

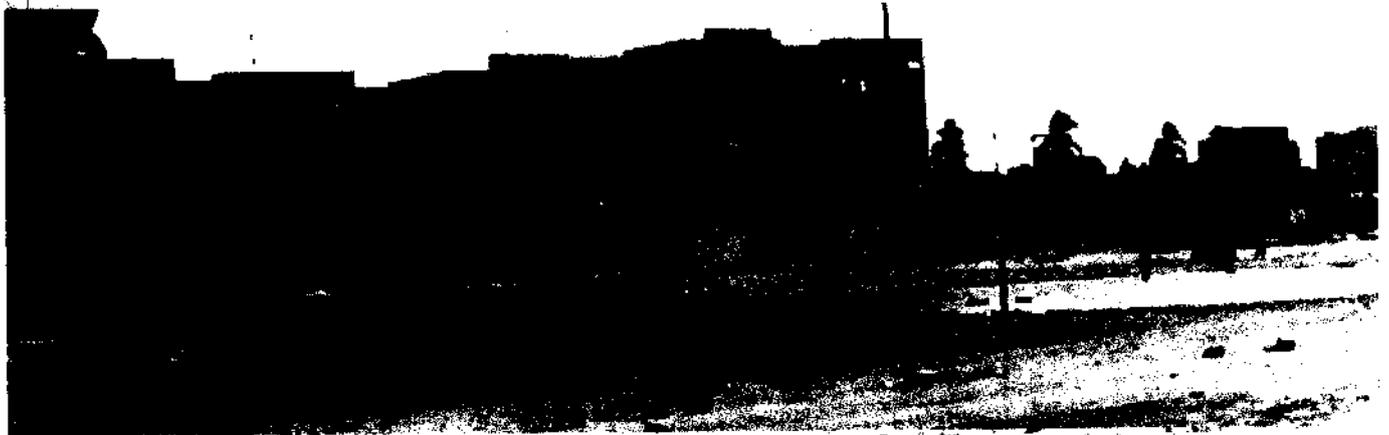
13190

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
INSTITUT DES SCIENCES DE LA TERRE



N° d'ordre 0108/IST/2001

LES INONDATIONS A DAKAR ET BANLIEUE :
Contraintes géologiques, Impacts urbanistiques
et Aménagement durable



Mémoire de fin d'études

présenté par

Abdoulaye DIOP

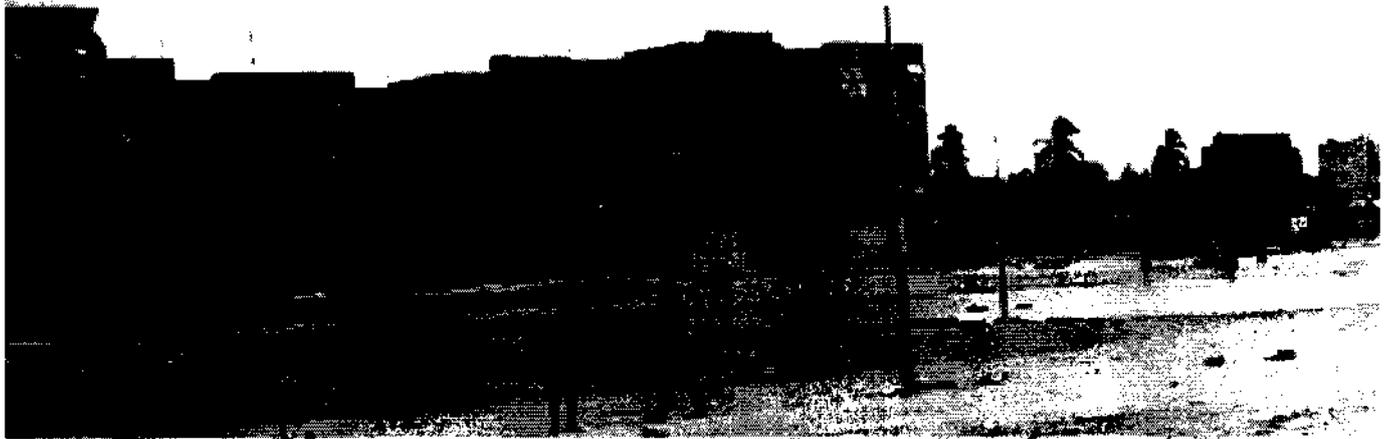
Pour l'obtention du grade d'INGENIEUR DE CONCEPTION (spécialité géologie)

Présenté et soutenu publiquement le 15 novembre 2001
devant la commission d'examen composée de :

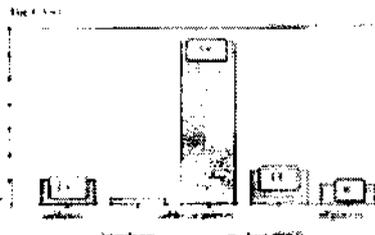
| | | |
|-------------------------|----------------------------|------------|
| MM. Abdoulaye DIA | I.S.T | Président |
| Papa Goumba LO | I.S.T | Rapporteur |
| Mouhamadoul Bassir DIOP | I.S.T | Rapporteur |
| Tahirou DIAW | Dept. Géog. | Examineur |
| Honoré DACOSTA | Dept. Géog. | Examineur |
| Ousseynou DIA | Dept Géol. | Examineur |
| Mamadou Lamine KANE | Min. Urb. Amén. Terr. | Examineur |
| Gora NDIAYE | Direction de l'hydraulique | Examineur |

13190

LES INONDATIONS A DAKAR ET BANLIEUE : Contraintes géologiques, Impacts urbanistiques et Aménagement durable



Mémoire de fin d'études



présenté par

Abdoulaye DIOP

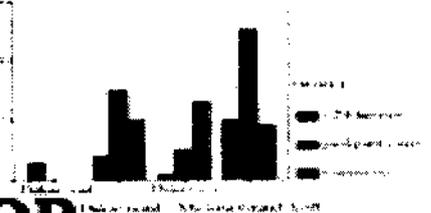


TABLE DES MATIERES

Dédicaces

Remerciements

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|
| INTRODUCTION GENERALE..... | 1 |
| 1. Introduction..... | 1 |
| 2. Problématique..... | 1 |
| 3. Revue critique de la bibliographie sur les inondations de Dakar..... | 3 |
| | |
| 1ère PARTIE : CADRE DE L'ETUDE..... | 5 |
| | |
| I.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE..... | 6 |
| I.1.1 Localisation..... | 6 |
| I.1.2 Géomorphologie..... | 6 |
| I.1.3 Climat..... | 7 |
| I.1.4 Démographie..... | 8 |
| | |
| I.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE..... | 10 |
| I.2.1 Les marno-calcaires des Madeleines..... | 10 |
| I.2.2 Formation de l'Hôpital..... | 10 |
| I.2.3 Argiles de la Prison et marnes de la Poudrière..... | 11 |
| I.2.4 Tufs volcaniques du Cap Manuel..... | 11 |
| I.2.5 Tufs volcaniques de Fann et Bel-Air..... | 11 |
| I.2.6 Basalte du Cap Manuel..... | 12 |
| I.2.7 La cuirasse latéritique..... | 12 |
| I.2.8 Dolérite inférieure..... | 12 |
| I.2.9 Sables infrabasaltiques..... | 13 |
| I.2.10 Cinérites..... | 13 |
| I.2.11 Scories..... | 13 |
| I.2.12 Basanite de Ouakam..... | 14 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| I.2.13 | Basanite de Mermoz..... | 14 |
| I.2.14 | Dolérite supérieure..... | 14 |
| I.2.15 | Basanite supérieure..... | 14 |
| I.2.16 | Sables argileux et argiles sableuses supra-basaltiques..... | 15 |
| I.2.17 | Sables dunaires..... | 15 |
| I.2.18 | Sables argileux et argiles sableuses organiques des fonds de dépressions..... | 15 |
| I.3 | CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE..... | 17 |
| I.3.1 | La nappe des sables infrabasaltiques..... | 17 |
| I.3.2 | La nappes des sables quaternaires..... | 19 |
| I.4 | APERCU SUR L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL DE DAKAR..... | 21 |
| 2ème PARTIE : METHODOLOGIE DE L'ETUDE..... | | 24 |
| II.1 | LES ETUDES DE TERRAIN..... | 25 |
| II.2 | L'ANALYSE DES PARAMETRES DES POINTS D'INONDATION ET L'EXPLOITATION DES DONNEES PAR DES MOYENS STATISTIQUES..... | 29 |
| 3ème PARTIE : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS..... | | 31 |
| III.1 | ANALYSE DES RESULTATS..... | 32 |
| III.1.1 | L'ETAT DU RESEAU..... | 32 |
| III.1.1.1 | Les regards | 32 |
| III.1.1.2 | Les canaux à ciel ouvert..... | 35 |
| III.1.1.2.1 | Les canaux de l'Avenue Cheikh Anta Diop..... | 35 |
| a. | Le canal ouest..... | 35 |
| b. | Le canal est..... | 36 |
| III.1.1.2.2 | Le canal de Bourguiba (En face Ecole de Police)..... | 37 |
| III.1.1.2.3 | Le canal de Karack..... | 38 |
| III.1.1.2.4 | Le canal de Sacré Cœur..... | 38 |

| | | |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| III.1.1.2.5 | Le canal de Ouakam..... | 39 |
| III.1.1.2.6 | Le Canal Aéroport Sud..... | 40 |
| III.1.1.2.7 | Le Canal IV..... | 41 |
| III.1.1.2.8 | Le Canal IV-3..... | 42 |
| III.1.2 VARIATIONS DES PARAMETRES D'INONDATION..... | | 42 |
| III.1.2.1 | Variation globale des différents paramètres..... | 54 |
| III.1.2.1.1 | La sous-zone..... | 54 |
| III.1.2.1.2 | Le taux d'inondation..... | 54 |
| III.1.2.1.3 | La durée d'inondation..... | 55 |
| III.1.2.1.4 | L'occupation du sol..... | 56 |
| III.1.2.1.5 | La topographie..... | 56 |
| III.1.2.1.6 | Le sol..... | 57 |
| III.1.2.1.7 | Le sous-sol..... | 57 |
| III.1.2.1.8 | L'hydrologie..... | 58 |
| III.1.2.1.9 | Existence du réseau d'assainissement des eaux pluviales..... | 59 |
| III.1.2.1.10 | La fonctionnalité du réseau..... | 59 |
| III.1.2.1.11 | La végétation..... | 60 |
| III.1.2.2 | Variations des paramètres en fonction des sous-zones..... | 62 |
| III.1.2.2.1 | Le taux d'inondation..... | 62 |
| III.1.2.2.2 | La durée d'inondation..... | 63 |
| III.1.2.2.3 | L'occupation du sol..... | 64 |
| III.1.2.2.4 | La topographie..... | 65 |
| III.1.2.2.5 | Le sol..... | 66 |
| III.1.2.2.6 | Le sous-sol..... | 67 |
| III.1.2.2.7 | L'hydrologie..... | 68 |
| III.1.2.2.8 | Existence du réseau d'assainissement des eaux pluviales..... | 69 |
| III.1.2.2.9 | La fonctionnalité du réseau..... | 70 |
| III.1.2.2.10 | La végétation..... | 71 |
| III.1.2.3 | Les relations entre paramètres..... | 71 |

| | | |
|-------------|-----------------------------------------------|----|
| III.1.2.3.1 | Dakar Nord..... | 72 |
| a. | Le sol et le sous-sol..... | 74 |
| b. | L'hydrologie..... | 75 |
| c. | L'occupation du sol..... | 75 |
| d. | Le réseau de drainage des eaux pluviales..... | 76 |
| III.1.2.3.2 | Médina-Grand Yoff..... | 76 |
| a. | Le sol et le sous-sol..... | 78 |
| b. | L'hydrologie..... | 78 |
| c. | L' occupation du sol | 78 |
| d. | Le réseau de drainage des eaux pluviales..... | 78 |
| III.1.2.3.3 | Dakar Est..... | 79 |
| a. | Le sol et le sous-sol..... | 80 |
| b. | L'hydrologie..... | 80 |
| c. | L'occupation du sol..... | 81 |
| d. | Le réseau de drainage des eaux pluviales..... | 81 |
| III.1.2.3.4 | Dakar Sud..... | 82 |
| a. | Le sol et le sous-sol..... | 82 |
| b. | La nappe phréatique..... | 82 |
| c. | L'occupation du sol..... | 82 |
| d. | Le réseau de drainage des eaux pluviales..... | 82 |
| III.2 | INTERPRETATION..... | 83 |
| III.2.1 | LA GEOLOGIE..... | 83 |
| III.2.1.1 | Dakar Sud..... | 83 |
| III.2.1.2 | Dakar Nord..... | 84 |
| III.2.1.3 | Médina-Grand Yoff..... | 85 |
| III.2.1.4 | Dakar Est..... | 86 |
| III.2.2 | L'AMENAGEMENT..... | 87 |

| | | |
|----------------------------------|------------------------|-----|
| III.2.2.1 | Dakar Sud..... | 90 |
| III.2.2.2 | Dakar Nord..... | 90 |
| III.2.2.3 | Médina-Grand Yoff..... | 92 |
| III.2.2.4 | Dakar Est..... | 93 |
| DISCUSSIONS-RECOMMANDATIONS..... | | 98 |
| 1. | Discussions..... | 99 |
| 2. | Recommandations..... | 100 |
| CONCLUSION GENERALE..... | | 104 |

MENACE

Ce mémoire est dédié à :



*Mon Grand-père Amadou DIOP Bigué.
Celui-là que je n'ai pas connu ;
Mon père avait quatre ans quand il quittait ce bas monde.
Mais les échos de sa bravoure, son charisme hors du commun et son
amour pour les enfants, sont parvenus jusqu'à nous .
Que Dieu l'accueille dans son paradis.*



*Momar DIAO Ancien Gouverneur
Celui-là, a joué pleinement le rôle du grand-père pour moi.
L'affection, les soins chaleureux, rien ne m'a jamais manqué à
ses côtés.
Que Dieu l'accueille dans son Paradis*



*Ma Grand-mère Mame Bineta FAYE
Elle a raté le rendez-vous qu'elle attendait avec impatience.
Elle l'a raté de quelques trois petits mois, hélas.
Mes pensées sont toutes vers toi en ce jour,
Mam, Tu es présente, Tu me vois, Tu m'entends.
Que Dieu t'accueille dans son Paradis.*

*Ce mémoire est dédié à mes très chers parents
Youssoûph et Oulèye DJOP.*

*Toute votre vie a été un éternel sacrifice pour la réussite et le
bien-être de vos enfants. En plus de votre amour, jamais nous
n'avons souffert d'un quelconque manquement durant tout
notre cursus scolaire.*

*Vous êtes les meilleurs parents du monde et vous constituez
une excellente référence.*

*En tant qu'aîné de la famille, je tiens à vous faire part
de mon infinie reconnaissance.*

REMERCIEMENTS

Au moment de clôturer cette étude, mes très sincères remerciements vont à :

- Pr. A. DIA, directeur de l'IST pour avoir grandement contribué à ma formation et pour avoir accepté de présider le jury
- M. Mouhamadou Bassir DIOP et particulièrement M. Papa Goumba LO qui ont accepté de suivre ce mémoire. Je vous remercie pour votre assistance et vos conseils pour la finalisation de ce travail. J'espère toutefois avoir été à la hauteur de vos espérances.
- MM. Tahirou Diaw, Gora NDiaye, Mamadou Lamine Kane, Honoré Dacosta, pour avoir accepté de porter un jugement sur ce travail.
- M. Ousseynou Dia pour avoir accepté de juger ce travail mais aussi pour vos conseils qui ont constitué un grand apport pour moi.
- A tout le personnel administratif de L'IST et surtout à ma grande amie Madame Niang.
- A tout le personnel enseignant de l'IST et à toutes les personnes qui, de près ou de loin ont permis la matérialisation de ce travail.
- A tous mes camarades de promotion 2000 pour ces somptueuses années passées ensemble : *mon co-équipier Lamine NDiaye, sama domou baye Aminata Diop, Papa Diallo NDiaye (Didier), Alioune Mané, mon neveu Alassane Hamady Diallo, Laré Koussague Banteb, Cheikhna Dia, Aïssatou Baïlo Diallo, le juge Awa Touré, Dioumacor Senghor et Ousmane faye l'africain.* Vous êtes les meilleurs que j'aurais pu rencontrer. Nul doute que vous ferez d'excellents ingénieurs.

Ces remerciements vont également à tous mes proches :

- Ma très chère grand-mère **Adja Astou NDIAYE** et à sa très chaleureuse famille pour l'affection sans faille que vous avez portée sur ma modeste personne. Je ne cesserai jamais de vous témoigner ma profonde gratitude.
- A ma grand-mère maternelle **NDèye Codou DIOP** que j'aime beaucoup pour tout l'amour que vous nous avez porté. Que Dieu vous donne longue vie.

- A ma deuxième maman **Tata Anta DIAW** ainsi qu'à toute la **Famille Mbengue** à savoir **Tonton Salif**, mon copain **Abdourahmane, Tapha, Ndèye Astou, Téhé** sans oublier le grand de la famille **Amadou Salif**.
- A **tonton Badou DIAW**, à **Maodo** et à leurs épouses.
- A ma famille **NDiobène** que j'aime énormément : mes très chères mamans **Oumy, Thiané, Astou, Maïmouna, Maguette, Fatou, Fadiagne** et le grand **Tons Pape** ainsi qu'à leur famille respective pour leur bonne humeur et leur bonté légendaire.
- A mes frères et sœurs adorés, je commence d'abord mon amie **Mame Fatim Courou, Fambaye, Cheikh** et **Arona** pour votre sollicitude et votre courage à me supporter.
- A **Tonton Abdoulaye Tine** et à sa très gentille épouse **Tata Maïmouna** sans oublier mes cousins **Moussa, Pape**, mon père **Youssouph**, mon partenaire pour former la paire imbattable **Pa Assane** et *les jumeaux* **Ouzin** et **Mame Marème** pour leur bonté infinie.
- A mes oncles et amis ainsi qu'à leur famille ; je veux nommer : **Idrissa NDIAYE, Limalé DIOP, Badou NDIAYE, mon pote Chérif DIEYE** sans oublier *mon meilleur copain* de toujours **Pape NDIAYE**. Je n'oublie pas ma partenaire **Nafissatou NDIAYE** que j'aime par dessus tout pour la profonde amitié que tu me portes et qui dépasse le cadre familial.
- A la **Famille DIOP Bigué**, mes tantes et oncles, cousins et cousines ; une mention spéciale à **Mon père Bingo** et à **Tata Fat Sow**, au **Grand Chérif**, à ses frères et sœurs pour leur amour et leur attachement
- A mon homonyme que j'admire et respecte beaucoup pour les excellents conseils que vous m'avez toujours glissés en privé.
- A ma Tante paternelle et maternelle à la fois **Tata Sophie NDiaye**, à **Tonton As**, à la **Famille Kane**, mes pensées à mes sœurs **Sophie** et **Khady**, à mes potes **Moctar** et **L.K.**
- Aux oncles **Madior Diouf** et **Pape Maguette Blondin Diop** pour leur disponibilité et leur aimable assistance.
- A tous les amis de mes parents qui m'ont soutenu tout au long de mon enfance et dans mes études.
- A **Tonton Riad, Sémi, Talal, Dounya** et à toute la **Famille Boukaroum**.
- A mes maîtres et maîtresses **MM Diawara, Moctar Ndoumbé, Ndiaye, Ba, Mme Coumba Ndiaye** et **Mme Ndir**.
- Mes profs et toute l'administration du Lycée **Thierno Saïdou Nourou Tall**.
- A toute la **Famille Diongue** et particulièrement ma tante et amie **NDèye Koumé**.

- A **Paul, Julien** et toute la **Famille Monteiro** pour leur bonté et leur assistance sans faille.
- A mes amis de toujours ainsi qu'à leur famille : *mon jumeau* **Mame Samba Sylla, Bassirou Kandji, Saliou Samb, Abibatou Ba, Sine Diagne, NDèye Rokhaya Sy, ma soeurette Amina, Papa Balla Diongue, Prof Marina**, sans oublier la meilleure d'entre tous **Fatou Faye**. Vous avez toujours été là au moment où j'en avais le plus besoin. MERCI pour Tout.
- A mes autres amis non moins importants : Bocar, *mon marabout* Mouhamat SECK, Tapha, Sidy, Cheikh Ndiaye, Mor Dia, *le Frère* Matar Niang, Fanta, Awa NDiaye, Aïssatou Mbaye, Mame Penda, , Seynabou Samb, Marie Jeanne, Tacko Ba, Guorgui Alioune Diouf, Babacar Diène, mon poulain Abdou Karim, Gina, Lulu, Serigne Saliou Diouf, Salif Abdoulaye Dia, Abdourahmane SENE, Abdoulaye Demba Kane, Serigne Touba Dia, Nafy, Jaki Ba, Marème Diop, Adiza Mazou.
- A tous les étudiants de l'IST, en particulier *mon filleul* Simon et Calix *le cap-verdien*.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

1. Introduction

Dakar, capitale du Sénégal, joue un rôle important dans l'économie sénégalaise dans la mesure où elle renferme 90 % de l'appareil productif générant ainsi plus de 50 % du Produit Intérieur Brut (SONED Af. BCEOM, 1982). Par ailleurs, on y retrouve la quasi totalité des grands services administratifs, des sociétés de services (banques, assurances,...) et les organismes nationaux de direction politique.

De par son importance, la capitale sénégalaise connaît un fort accroissement démographique et regroupe actuellement plus de 20 % de la population du pays. Cet accroissement entraîne de nombreux problèmes, notamment un taux d'occupation du sol plus élevé, un développement urbain souvent anarchique et la naissance de quartiers spontanés.

Le développement d'une grande ville entraîne des problèmes de gestion des eaux de ruissellement et des déchets notamment les déchets liquides, ce qui l'expose alors de plus en plus aux risques d'inondation. Aujourd'hui l'agglomération dakaroise ne semble pas déroger à cette règle.

En effet, la ville de Dakar doit faire face, de plus en plus, à des problèmes d'inondation. Ces derniers défraient la chronique chaque année suscitant de nombreuses interrogations au sein de la population dont un bon nombre vit avec la psychose de l'hivernage.

Tous ces problèmes évoqués nous permettent alors de poser la problématique de notre étude.

2. Problématique

A Dakar, le phénomène des inondations et son cortège de conséquences fâcheuses, n'ont commencé à prendre de l'ampleur que lors de ces dix dernières années. En effet, depuis ces dernières années, l'agglomération dakaroise est confrontée à des inondations récurrentes avec notamment l'existence de zones inondées de manière permanente. Dans ces zones, les inondations entraînent d'importants dégâts matériels auxquels s'ajoutent de graves problèmes environnementaux. Ces derniers ont un impact négatif considérable aussi bien sur la santé que sur le bien-être des populations. Par ailleurs, les inondations causent la détérioration de

3. Revue critique de la bibliographie sur les inondations de Dakar

Déjà en 1994, le Gouvernement Sénégalais en collaboration avec l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) a fait réaliser une étude sur l'assainissement de Dakar et ses environs. Le rapport de soutien qui en a découlé traite des problèmes de l'assainissement des eaux usées mais également de l'assainissement des eaux pluviales. A ce propos, le rapport insiste particulièrement sur les conditions d'inondation lors de la plus importante inondation enregistrée en Août 1989 avec 113.7 mm de précipitation. La force de la tempête était telle qu'il n'en survient que tous les 10 ans. L'étude a identifié trois (3) zones d'inondation dans la zone de Pikine en plus des 45 zones d'inondation décelées par le Plan de stratégie (JICA, 1994).

Un plan directeur de drainage urbain a été émis et des ouvrages ont été proposés. L'an 2010 a été choisi comme année objectif de ce plan d'amélioration.

Ce document d'une grande importance constitue un des rares ouvrages où on traite des inondations. Cependant, l'influence de la géologie et particulièrement de la nature des sols dans les inondations n'a pas été évaluée. Il en est de même de l'état des canalisations.

LO et DIOP (2000) ont réalisé une étude sur l'influence de la géologie et de l'aménagement urbain au niveau des inondations de Dakar. Le volet géologie a été bien développé. Ils mettent l'accent sur la topographie de Dakar d'une manière générale mais aussi sur la nature des roches volcaniques présentes au niveau de la Presqu'île dakaroise. L'étude de l'évolution de ces dernières leur a permis de déterminer l'influence des sols dans le phénomène des inondations notamment dans la zone de la Médina et ses environs.

Cette étude bien qu'ayant apporté d'importants résultats comporte des insuffisances en ce que la zone d'étude est restreinte à l'axe Mamelles-Cap Manuel.

Un des premiers constats à faire est que les études en matière d'inondation au niveau de Dakar sont encore faibles mais ceci peut être imputable au fait que la problématique des inondations à Dakar semble être un phénomène nouveau.

Le présent mémoire est une contribution qui vise à cerner les causes de ces inondations par une étude de l'impact de certains paramètres en différents points d'inondation.

Le document s'articule autour de trois parties :

- la première partie est consacrée à une présentation du cadre de l'étude avec essentiellement une esquisse des contextes géographique, géologique et hydrogéologique et un aperçu sur les méthodes et le réseau d'assainissement pluvial de Dakar ;
- la deuxième partie est consacrée à une présentation de la méthodologie utilisée ;
- la troisième partie est la partie centrale de cette étude en ce sens qu'elle est consacrée à une présentation des résultats avec l'analyse et l'interprétation de ces derniers.

Une conclusion nous permettra de terminer cette présente étude après notamment la formulation de recommandations concrètes en vue de la résolution du problème des inondations.

1ère PARTIE :
CADRE DE L'ETUDE

I.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

I.1.1 Localisation

La République du Sénégal est située à l'extrême ouest du Continent africain.

Dans la partie la plus occidentale du pays, plus précisément entre 14°30' et 15°00 de latitude nord et entre 17°00' et 17°35' de longitude ouest, se trouve la région de Dakar, capitale du Sénégal. Il s'agit d'une péninsule de 550 km² de superficie projetée dans l'Océan Atlantique, elle est de ce fait limitée par la côte sauf à l'Est.

L'étude que nous menons intéresse la moitié occidentale de la région englobant la ville de Dakar proprement dite et les villes de Pikine et Guédiawaye.

Les villes de Rufisque et Bargny, la Communauté rurale de Sangalkam et la Commune de Sébikotane formant la moitié orientale viennent s'y ajouter pour constituer la région administrative de Dakar.

I.1.2 Géomorphologie

La topographie de la Presqu'île du Cap Vert (figure 1) montre un relief généralement bas avec cependant deux zones distinctes :

- la tête de la Presqu'île constitue un plateau relativement élevé avec une élévation maximale de 105 mètres aux Mamelles et d'autres domaines à élévation variant entre 10 mètres et 40 mètres. Ces différents domaines forment des falaises abruptes sur la ligne de rivage. Le profil de cette dernière permet de distinguer deux domaines assez différents :
 - la partie sud-est ; depuis la Pointe de Fann jusqu'à la Pointe de Bel-Air se présente avec des côtes particulièrement découpées. De nombreux caps (Pointe de Fann, Pointe des Abbatoirs, Pointe de Rebeuss, Pointe des Madeleines, Cap Manuel, Pointe de la Défense, Pointe de Bel-Air) y délimitent des anses (Baie de Soumbédioune, Baie de Koussoum, Baie des Madeleines, Anse Bernard, Plage des Enfants, Port de Dakar, etc) constituant des rentrants souvent très accusés.
 - Par contre, dans la partie nord occidentale de la tête de la Presqu'île, se trouvent de longues sections presque rectilignes malgré quelques anfractuosités.

- la plupart des parties à l'Est de la zone d'étude sont basses et parfois à un niveau de 0 mètre au dessus du niveau de la mer. Il s'agit d'une plaine non uniforme avec un relief de dunes dont l'altitude atteint parfois 30 à 40 mètres.

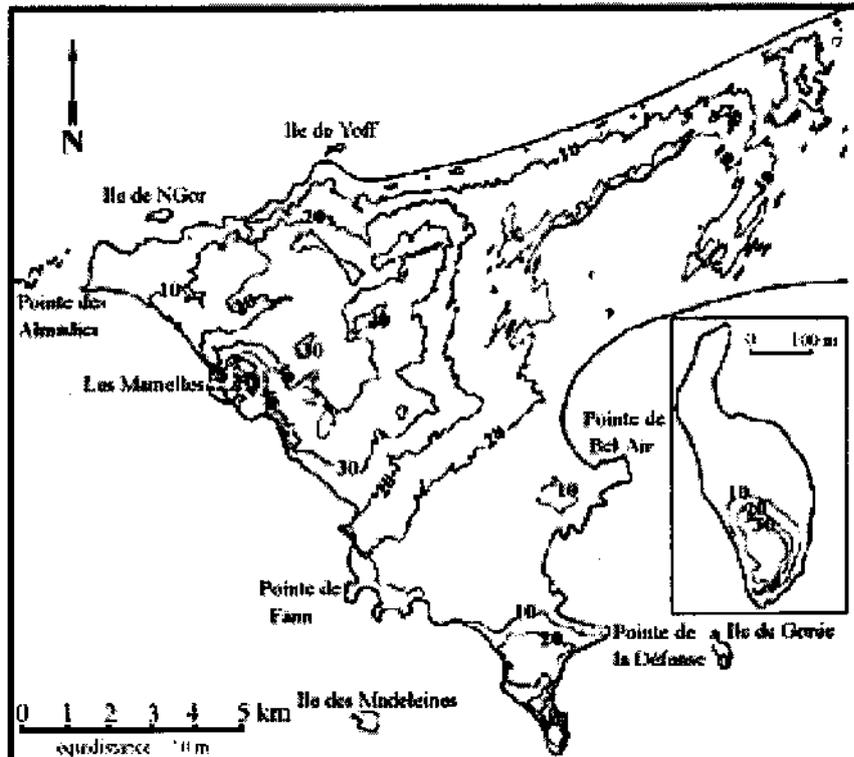


Figure 1: Topographie de la tête de la presqu'île du Cap Vert

I.1.3 Climat

Dakar a un climat de type sahélien avec deux saisons distinctes :

- une saison sèche qui va de Novembre à Juin avec une température moyenne comprise entre 15°C et 25°C ;
- une saison humide allant de Juillet à Octobre avec une température comprise entre 25°C et 35°C.

Les variations pluviométriques annuelles (figure 2) montre une tendance générale à la baisse depuis les années 1950 avec notamment une période de sécheresse dans les années 1970 où la pluviométrie est inférieure à 200 mm. Cependant une légère hausse est notée durant ces dernières années.

Les variations pluviométriques mensuelles (figure 3) montre qu'environ 90% des précipitations tombent pendant les 3 mois de juillet à septembre. Le mois d'Août reste le plus pluvieux avec 37 % de la précipitation annuelle.

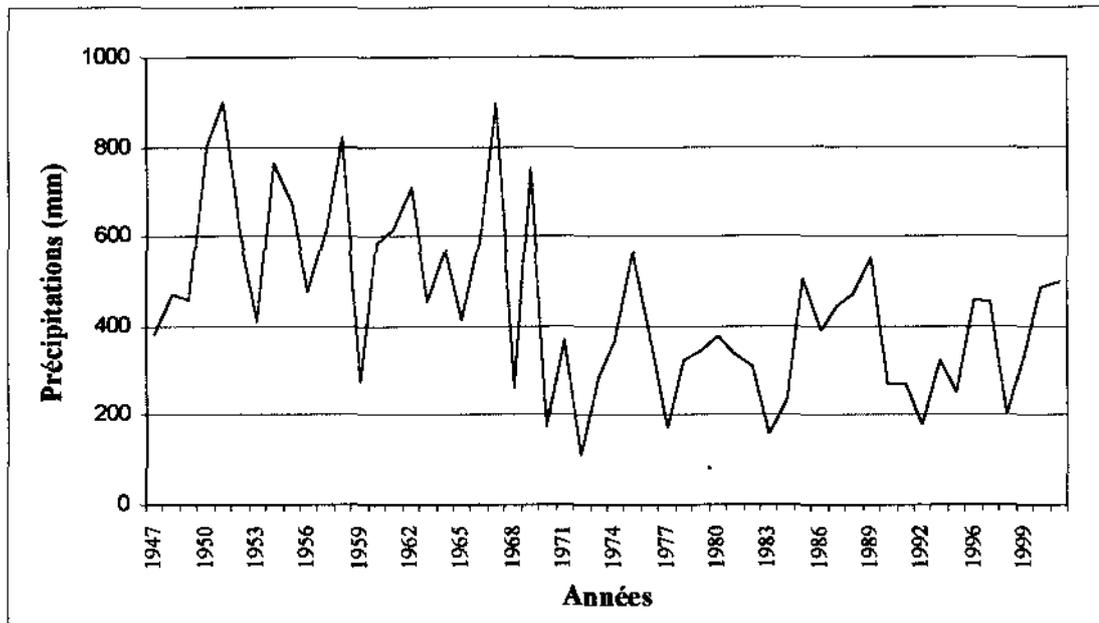


Figure 2: Variations pluviométriques annuelles

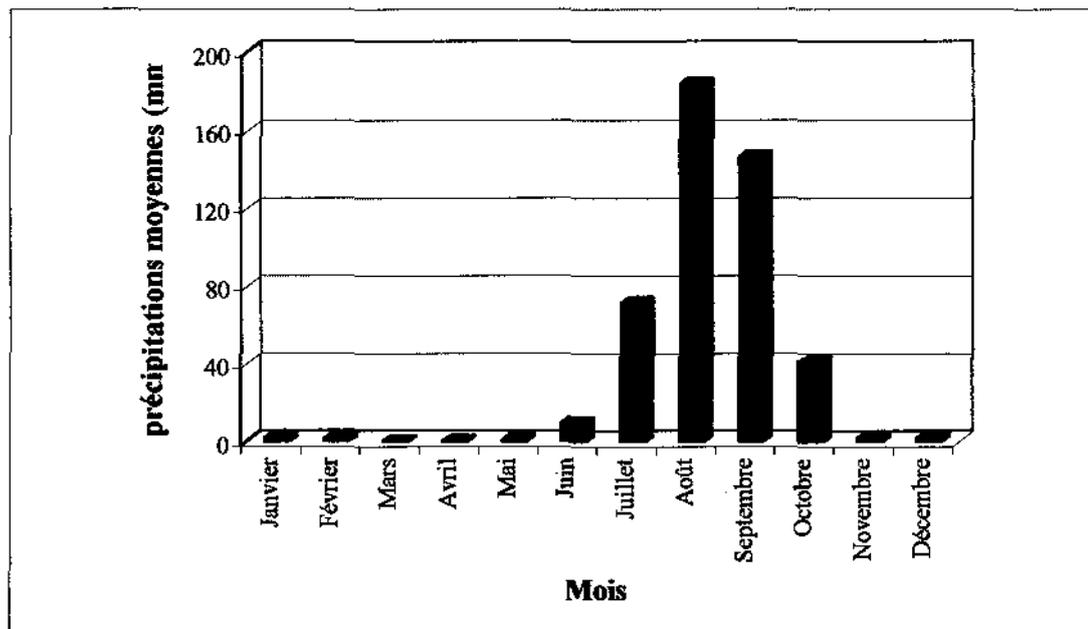


Figure 3 : Variations pluviométriques mensuelles

I.1.4 Démographie

En 1995, l'agglomération dakaroise comptait 1.900.000 habitants, ce qui correspondait à 23% de la population du Sénégal. En 2003, l'agglomération comptera environ 2.600.000 habitants (25 % de la population sénégalaise) selon les estimations fournies par le Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 1988.

Les effets de la sécheresse des années 70 à 90 ont eu de nombreuses conséquences néfastes sur la répartition de la population du pays. Au niveau de Dakar cela s'est traduit par une concentration urbaine du fait de l'exode rural d'où une demande en logement croissante et l'urbanisation de zones impropres à cette activité.

Le tableau I et la figure 4 montrent les tendances générales de la croissance démographique observées depuis 1988. Sur la figure 4, nous pouvons voir que le Département de Pikine et Guédiawaye connaît un fort accroissement par rapport aux autres départements de la Presqu'île.

| Année | Dakar | Pikine et Guédiawaye | Rufisque et Bargny | Total Habitants | Sénégal |
|-------|---------|----------------------|--------------------|-----------------|------------|
| 1988 | 682.489 | 621.176 | 188.680 | 1.492.345 | 6.912.573 |
| 1990 | 715.396 | 693.076 | 201.348 | 1.609.820 | 7.298.412 |
| 1995 | 803.307 | 899.960 | 236.369 | 1.939.636 | 8.346.996 |
| 2000 | 899.568 | 1.150.735 | 276.626 | 2.326.929 | 9.524.089 |
| 2003 | 960.691 | 1.324.085 | 303.295 | 2.588.071 | 10.288.231 |

Tableau I: Evolution de la population dans les Départements de Dakar, Pikine-Guédiawaye et Rufisque-Bargny

Source : Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 1988 (R.G.P.H.-88)

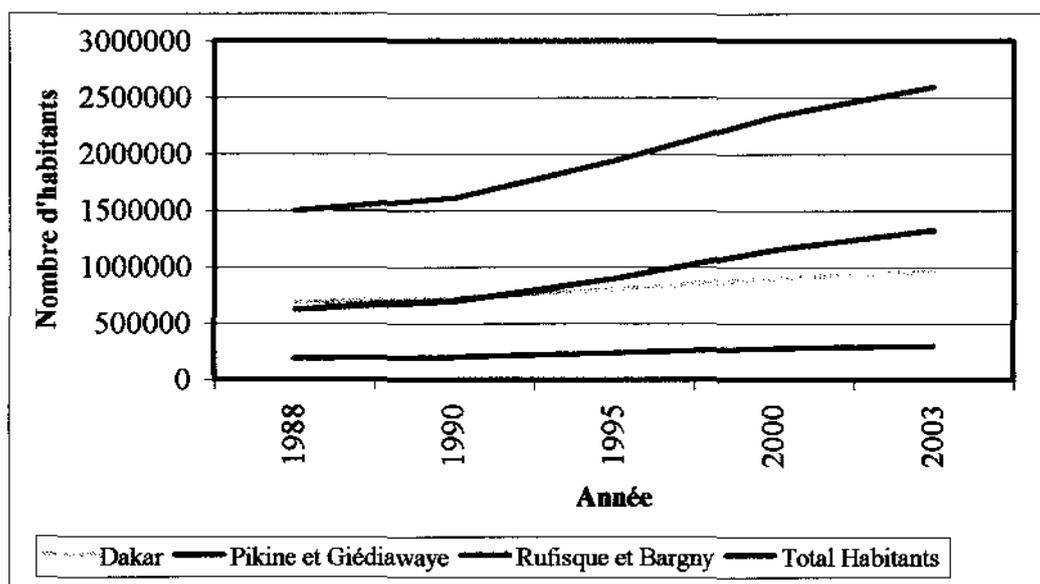


Figure 4 : Evolution de la population dans les Départements de Dakar, Pikine-Guédiawaye et Rufisque-Bargny

I.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE

La figure 5 montre une esquisse géologique de la tête de la Presqu'île du Cap Vert.

D'après Bellion (1980), la région étudiée appartient au Bassin sénégalo-mauritanien, bassin côtier de type marge passive constitué par une vaste série monoclinale à pendage ouest. La morphologie d'ensemble montre une structure géologique en horsts et grabens (voir annexes) : deux horst principaux (Dakar et Ndiass) encadrent un graben (Rufisque) avec un système de gradins intermédiaires (Pikine, Bargny, Sébikotane).

Il s'agit d'une tectonique de socle surmonté d'une couverture sédimentaire qui épouse celui-ci (tectonique de revêtement).

Les différentes formations de la Presqu'île du Cap Vert reconnues en affleurements ou par des sondages sont d'âge Jurassique à Actuel.

I.2.1 Les marno-calcaires des Madeleines

Ce sont les roches les plus anciennes reconnues à l'affleurement au niveau de la Presqu'île, elles sont d'âge Paléocène et affleurent dans la ville de Dakar au niveau de l'Anse des Madeleines, à la Plage des enfants et aux abords du port de Dakar.

Ce sont des séquences hétérogènes de marnes de couleurs variées à intercalations de bancs de calcaire. Ces derniers forment des versants à pente douce (20° à 25°).

Durant la saison des pluies ces marnes deviennent glissantes. Leur sensibilité aux actions des agents de l'érosion, particulièrement l'eau, est le résultat d'une double action mécanique (ravinement, alternance humidification-dessiccation) et chimique (dissolution du calcaire, oxydation du fer,...).

I.2.2 Formation de l'Hôpital

Il s'agit de limons (on les appelle aussi Limons de l'hôpital) qui apparaissent à la fois cohérentes et pulvérulentes. Ce sont des argiles silteuses à forte teneur, de 60 à 80%, en silice (Chatelet et K'Vadec ; 1975). La roche résistante mais friable est de couleur jaune claire à rougeâtre et cette dernière est d'autant plus vive qu'on se rapproche de la latérite sus-jacente. Les limons présentent par endroits un début de karstification, résultat de l'extension des puits de dissolution qui correspondent à l'intersection de deux ou plusieurs joints (Diop ; 2000).

I.2.3 Argiles de la Prison et marnes de la Poudrière

Ces deux terrains, quoique d'âge différents, ont été regroupés car ils présentent des caractères lithologiques voisins.

Il s'agit de formations argileuses (attapulгите), d'âge Eocène inférieur, irrégulièrement litées et pouvant présenter des teneurs variables de calcaire. Elles sont, de ce fait, plus ou moins plastiques et peuvent présenter des lits consolidés, mais discontinus et de faible épaisseur (Chatelet et K'Vadec ; 1975).

Les attapulгites affleurent uniquement sous la Prison et se présentent en talus de 8 mètres d'épaisseur environ.

Elles présentent par endroit des traces de silicification et de dolomitisation. Elles sont généralement latéritisées à leur sommet (latérite graveleuse).

Cette formation, très marquée par les systèmes de fracturation, montre un important réseau de joints associé à des familles de microfailles qui accentuent les ravinements ainsi que les phénomènes de basculements de pans de roches.

Ces structures tectoniques ajoutées à la nature pétrographique de la roche fait que celle-ci est facilement enlevée par l'eau de mer et l'eau de pluie créant ainsi une baie fortement accentuée.

Les marnes de la Poudrière d'âge Eocène moyen sont constituées d'argiles marneuses jaunes à grises extrêmement altérées. Elles affleurent au Nord de la Pointe Bernard.

I.2.4 Tufs volcaniques du Cap Manuel

Cette formation d'âge Miocène résulte de la projection de produits volcaniques accumulés au Nord du Cap Manuel (Elouard ; 1965). Ces tufs renferment des blocs de calcaires jaunâtres à Lépidocyclines. Ils constituent une roche très friable, peu cohérente, et très propice aux phénomènes d'éboulement et de ravinement (Fall ; 1993).

On ne leur connaît pas de fracturation visible compte tenu de leur faible cohésion. Par contre c'est une formation intensément ravinée et selon une direction NE-SW à E-W relativement constante. Ceci fait que ces tufs volcaniques sont très sensibles aux actions des eaux de ruissellement et des vagues.

I.2.5 Tufs volcaniques de Fann et Bel-Air

Ces tufs ont les mêmes caractéristiques que ceux du Cap Manuel.

I.2.6 Basalte du Cap Manuel

Issu du volcanisme tertiaire, c'est une roche magmatique effusive de couleur noire caractérisée par un débit prismatique. La prismation est une conséquence du refroidissement brutal de la lave en contact avec l'air.

Ces prismes de taille variable peuvent s'élever à plus de 40 mètres d'altitude. Le basalte présente par ailleurs une fracturation très intense qui, à bien des endroits se confond avec la prismation.

I.2.7 La cuirasse latéritique

La cuirasse forme la partie supérieure du plateau de Dakar et apparaît également au niveau de la Pointe de Fann. C'est une cuirasse ferrugineuse dite fini-tertiaire qui fossilise une surface d'érosion modelée au cours du Miocène terminal et du Pliocène. Cette formation recouvre les formations volcaniques du Cap Manuel et se trouve recouverte par les formations volcaniques des Mamelles.

La cuirasse apparaît sous forme de matériel non stratifié, vacuolaire, poreux et de couleur rouge à ocre foncée. Sa cohésion est variable en fonction de la nature de la roche mère. C'est ainsi qu'elle apparaît tendre au dessus des basaltes du Cap Manuel ou très indurée au dessus des limons ou encore au niveau de la zone de contact avec la dolérite des Mamelles.

Cette cuirasse peut montrer des fissures de plus d'un (1) mètre, résultat de l'érosion différentielle des limons sous jacents moins résistants. Ceci entraîne, surtout en saisons des pluies, de fréquentes chutes de blocs de latérite vers la plage.

I.2.8 Dolérite inférieure

Cette coulée, issue de l'épisode la plus ancienne des Mamelles, a été retrouvée par sondage. Elle occupe le centre de la zone Nord de Dakar. Elle s'étend sur une grande aire allant de Mermoz aux Almadies. Cette dolérite aurait une grande extension dans l'océan avec des épaisseurs variables. Ainsi les affleurements s'observent au niveau des plages côtières de Mermoz et de Ouakam. (Lô, 1988).

Le sommet présente un débit en boules et sa base est constituée par des basaltes microlitiques.

I.2.9 Sables infrabasaltiques

Ces sables roux d'origine dunaire affleurent au niveau de la côte de Mermoz avec des épaisseurs à l'affleurement variables de un (1) mètre à 3 mètres et qui diminuent du Nord au Sud. Cette diminution d'épaisseur conduit à un biseautage des sables. Avant l'embouchure du canal de Fann, ces sables n'affleurent plus.

Ces sables constituent un aquifère qui a été exploité pour l'alimentation en eau de Dakar. Les particularités hydrogéologiques de cette formation seront traitées au niveau du sous-chapitre I.3.1.

L'érosion différentielle de ces sables par les houles entraînent des éboulements des formations sus-jacentes sur les plages.

I.2.10 Cinérites

Les cinérites s'étalent sur plusieurs km² autour du point de sortie des Mamelles mais elles affleurent en surface autour des Mamelles, au niveau de l'Anse de Ouakam où elles forment des falaises et au niveau des Almadies.

Elles sont déposées sous forme d'un ensemble stratifié avec des lits centimétriques horizontaux. Elles ont des épaisseurs variables allant de quelques dizaines de cm à près de 50 mètres au niveau de la baie de Ouakam où elles sont associées à des tufs. Ces épaisseurs diminuent du Nord au Sud et conduit à un biseautage des cinérites au niveau de Fann, comme pour les sables infrabasaltiques,.

Les cinérites sont des roches qui vont être facilement désagrégées par les houles.

I.2.11 Scories

Les scories sont issues de l'épisode strombolien du volcanisme et forment le cône des Mamelles. Elles ont une teinte rouge-brique ou noire.

Au sein des scories, du côté marin, on note une intrusion de dolérite et sous celle-ci les scories ont une teinte noire. La différence de couleur avec les scories rouges serait due au fait que ces dernières ont subi une oxydation par les gaz alcalins émanant du matériel volcanique en refroidissement. L'épaisseur des scories diminue au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Sud-Est.

I.2.12 Basanite de Ouakam

La basanite de Ouakam affleure sur le littoral au niveau de Ouakam où, avec un aspect mélanocrate, elle forme une falaise de 50 à 60 mètres.

La partie inférieure de la basanite présente une structure fluidale et est débitée en plaquettes ; la partie supérieure est débitée en prismes avec un sommet altéré.

L'épaisseur de cette basanite diminue vers le Sud-Est.

I.2.13 Basanite de Mermoz

La basanite de Mermoz affleure sur 2500 m² au niveau du littoral. C'est une roche mélanocrate de couleur plus foncée que la basanite de Ouakam. Le point de sortie est situé au niveau de Mermoz (Lô, 1988).. L'épanchement s'est fait de part et d'autre du point de sortie.

La base de la coulée montre un débit en feuillets puis un débit en primes.

La roche présente localement des vésicules, fossilisant ainsi une partie du matériel où sont concentrés les gaz.

I.2.14 Dolérite supérieure

La dolérite couvre une vaste superficie de plus de 80 km².

Elle recouvre les coulées précédentes, la roche est figée au niveau des zones de contact. La partie moyenne est massive et le sommet est altéré. Elle se présente alors sous forme de blocs arrondis dont le diamètre peut dépasser un mètre.

La coulée montre une ondulation, ce qui traduit une fluidité de la lave lors de sa mise en place.

Les épaisseurs diminuent vers le Sud-Est.

I.2.15 Basanite supérieure

On la retrouve au Nord des Mamelles. Elle présente un débit en dalles décimétriques dont le sommet est altéré. La basanite est plus sombre que la dolérite.

I.2.16 Sables argileux et argiles sableuses supra-basaltiques

Ils proviennent de l'accumulation de sable d'origine dunaire, dans les fonds de dépressions creusées à la surface des coulées basaltiques.

Ils sont mêlés à une argile provenant de l'altération du basalte sous-jacent et sont colorés en rouge par des sels de fer.

I.2.17 Sables dunaires

Ces sables ont une extension très large puisqu'ils couvrent plus de la moitié de la superficie totale de la presqu'île.

En surface et sur une épaisseur de 2 à 4 mètres en moyenne, ce sont des sables essentiellement quartzeux, de couleur jaune ou orangée et dépourvus d'éléments fins inférieurs à 0.1 mm.

En profondeur, ces sables deviennent plus argileux et peuvent même passer à des argiles sableuses ; cet enrichissement en colloïdes apparaît à proximité du niveau hydrostatique et résulte soit de l'entraînement des fines vers le bas par percolation des eaux météoriques, soit dans d'autres cas, d'une contamination par les formations argileuses ou marneuses sous-jacentes.

Les sables reposent en discordance sur toutes les autres formations géologiques de la presqu'île.

I.2.18 Sables argileux et argiles sableuses organiques des fonds de dépressions

Il s'agit de sols noirs riches en matière organique d'origine végétale et présentant des teneurs très variables en argile. Ils sont accumulés par colluvionnement dans le fond des dépressions marécageuses temporairement inondées (Niayes).

Leur épaisseur est relativement faible et ne dépasse pas, généralement, un mètre.

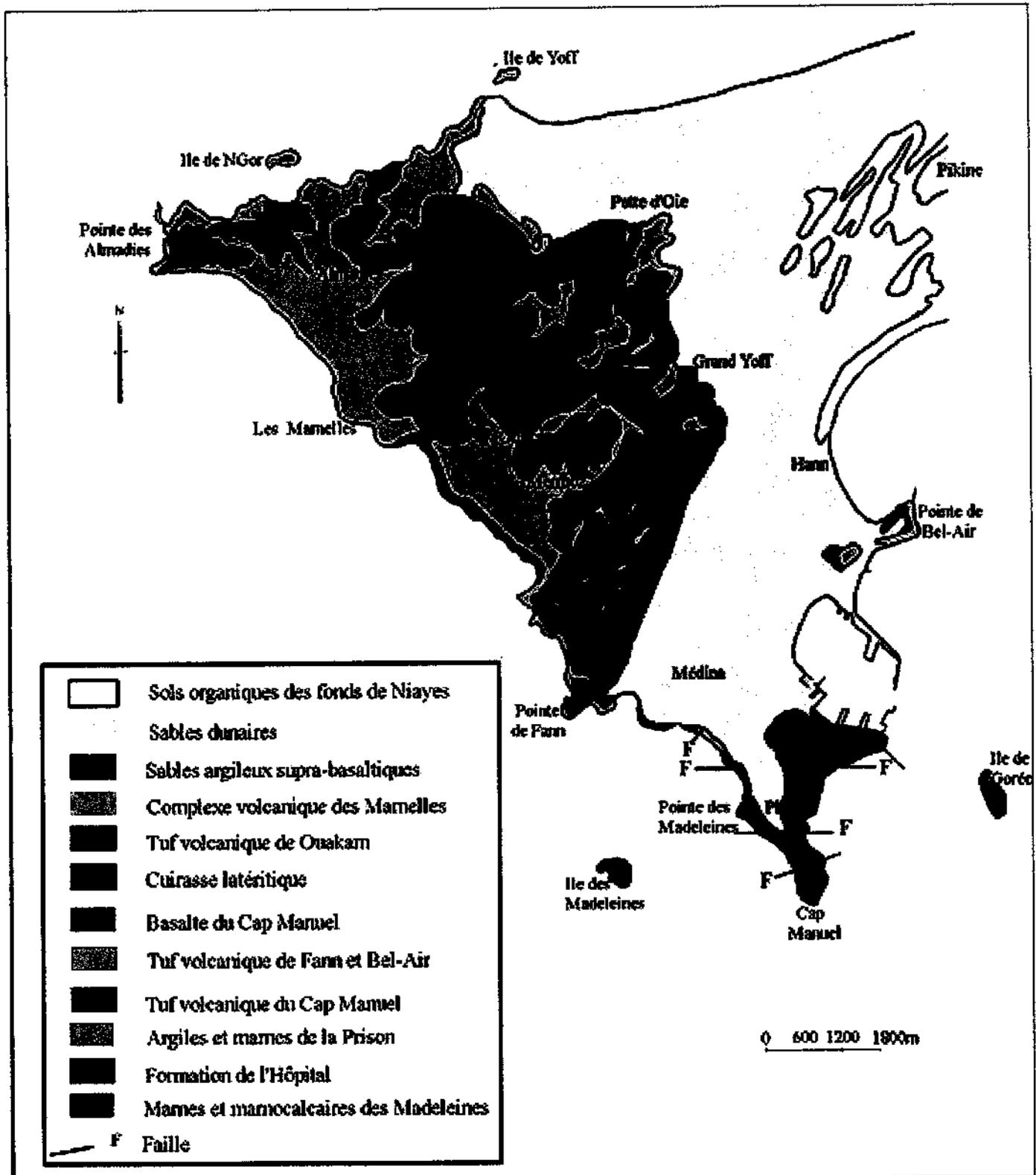


Figure 5: Esquisse géologique de la tête de la Presqu'île du Cap Vert

(D'après Chatelet H. ; 1975)

I.3 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

La Presqu'île du Cap Vert renferme deux nappes importantes qui sont la nappe des sables infrabasaltiques et la nappe des sables quaternaires.

I.3.1 La nappe des sables infrabasaltiques

Le terme « sables infrabasaltiques » définit les formations sableuses qui se trouvent en dessous des basaltes par opposition aux sables suprabasaltiques qui eux sont situés au dessus.

La nappe des sables infrabasaltiques s'étend sur une surface totale de 50km². Les caractéristiques de cette nappe ont été étudiées par Gaye Ch. B. (1980).

Elle est constituée par des sables d'âge quaternaire recouverts par une coulée basaltique et la monocouche sableuse du Nord-Est. Des alluvions graveleuses et des sables continentaux se sont déposés sur les basaltes occasionnant souvent la formation de réservoir aquifère.

L'aquifère des sables infrabasaltiques est limité au Sud par les argiles éocènes, au Nord et à l'Ouest par la mer et à l'Est par la zone basse dite « Grande Niaye » (Dagoudane-Pikine-Cambéréne).

L'épaisseur des sables croît du Sud-Est au Nord. Elle atteint 70 m sur la côte entre NGor et Yoff et 90 m entre Yoff et la Grande Niaye. L'épaisseur moyenne de la nappe est de 50 m.

La nappe est alimentée par les eaux de pluie qui sont infiltrées directement à l'Est de la limite des couches basaltiques ou indirectement à partir de l'aquifère des sables suprabasaltiques à travers le basalte très souvent fracturé.

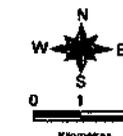
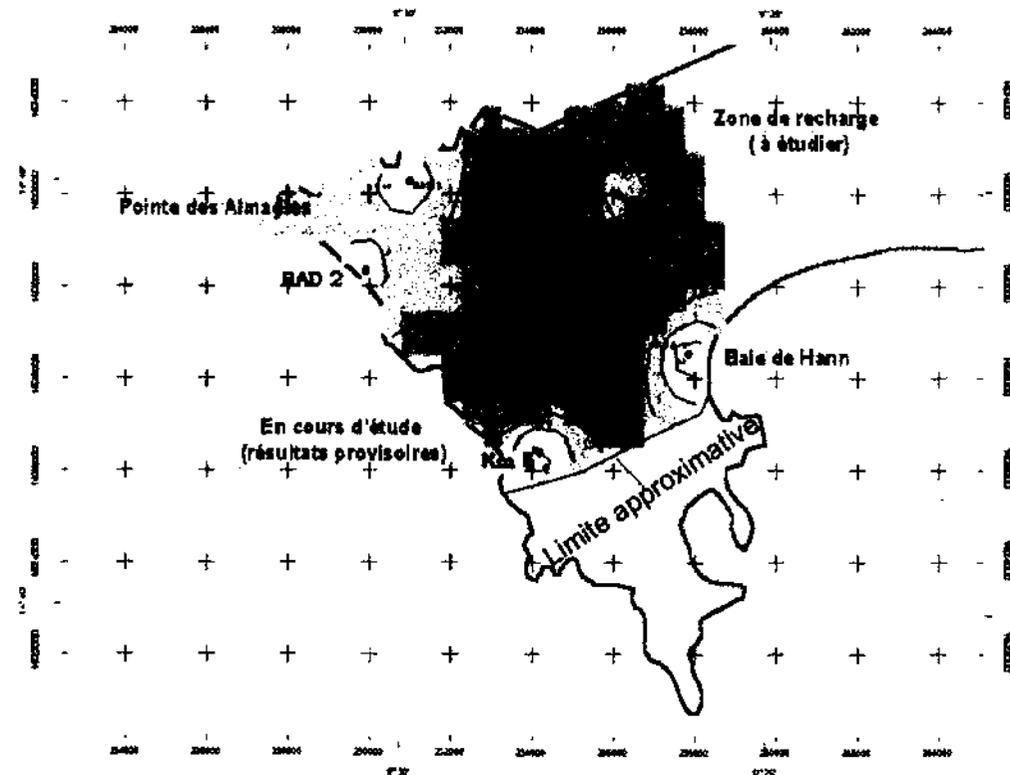
L'allure initiale de la surface de la nappe devait probablement se présenter comme un dôme aplati avec un écoulement radial vers l'océan. Mais l'exploitation de la nappe a entraîné des modifications de la piézométrie initiale et actuellement la plus grande partie de la surface piézométrique est à une altitude inférieure à celle de l'océan, sauf sur une étroite bande le long du contact sables quaternaires-argiles éocènes au Sud-Est et dans la zone extrême occidentale de la presqu'île. On considère que le cône est suffisamment creux pour que l'écoulement vers l'océan soit négligeable.

Les pompages d'essai réalisés ont permis de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques suivantes de l'aquifère :

- coefficient d'emmagasinement : environ 1 %
- transmissivité : en moyenne 6.10^{-3} m/s
- porosité efficace : 13 %

Cadre de l'étude

République du Sénégal
Ministère de l'Energie
et de l'Hydraulique



- Légende
- Points de mesure
 - Courbe piézométrique
 - Limite approximative de l'aquifère
 - < -5 m
 - -5 - -4 m
 - -4 - -3 m
 - -3 - -2 m
 - -2 - -1 m
 - -1 - 0 m
 - 0 - 1 m
 - > 1 m

Réalisée par
SGPRE
et
COWI
POLYCONSULT

Source : SGPRE

Données brutes campagne décembre 99

Figure 6 : Carte piézométrique de la nappe des sables infrabasaltiques (Décembre 1999)

- qualité des eaux de la nappe : les eaux ont une teneur en chlore ($< 200 \text{ mg/l}$) et en résidu sec ($< 500 \text{ mg/l}$) acceptables pour la consommation. Ces teneurs sont modulées par les eaux de précipitations qui rechargent la nappe (diminution de la concentration) et par les eaux marines qui la contaminent (augmentation de la concentration).

I.3.2 La nappes des sables quaternaires

La nappe des sables quaternaires est un prolongement de la nappe des sables infrabasaltiques le long du littoral Nord dans la Presqu'île à l'Est de la dépression Dagoudane-Pikine-Cambérène.

Le massif sableux qui constitue l'aquifère comprend :

- le système du massif dunaire ogolien formé de dunes d'orientation SW-NE, il est caractérisé par les Niayes qui sont des interdunes boisés dans lesquels affleure la nappe phréatique ;
- le cordon littoral qui isole les lagunes de l'océan dont il a pu combler localement certaines par migration éolienne. De ce fait, il repose sur le massif ogolien et se prolonge en direction de l'océan pour se terminer par une zone basse.

Ces formations sableuses reposent sur un substratum imperméable constitué par les argiles et marnes de l'Eocène inférieur.

La nappe des sables quaternaires de la Presqu'île est essentiellement rechargée par infiltration directe des précipitations.

La configuration initiale de la surface de la nappe serait un dôme indiquant un écoulement vers l'océan (du Nord au Sud) et vers la zone basse de Cambérène-Dagoudane-Pikine. Par la suite une étude de la carte piézométrique faisait observer les faits suivants :

- dans la partie Est, l'écoulement s'effectuait du Sud vers le Nord à partir d'une crête piézométrique située à la limite Sud de la nappe,
- dans les zones lagunaires côtières, la nappe disparaissait vers l'exutoire, ce fait étant imputable à l'évaporation plus qu'à l'écoulement.

Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe sont les suivantes :

- coefficient d'emménagement : entre 0,3 et 14,9 %
- transmissivité : entre $1,6 \cdot 10^{-3}$ et $6,75 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Dans l'ensemble, les eaux de la nappe répondent aux normes conventionnelles pour la consommation :

- concentration en chlore : 111 mg/l,

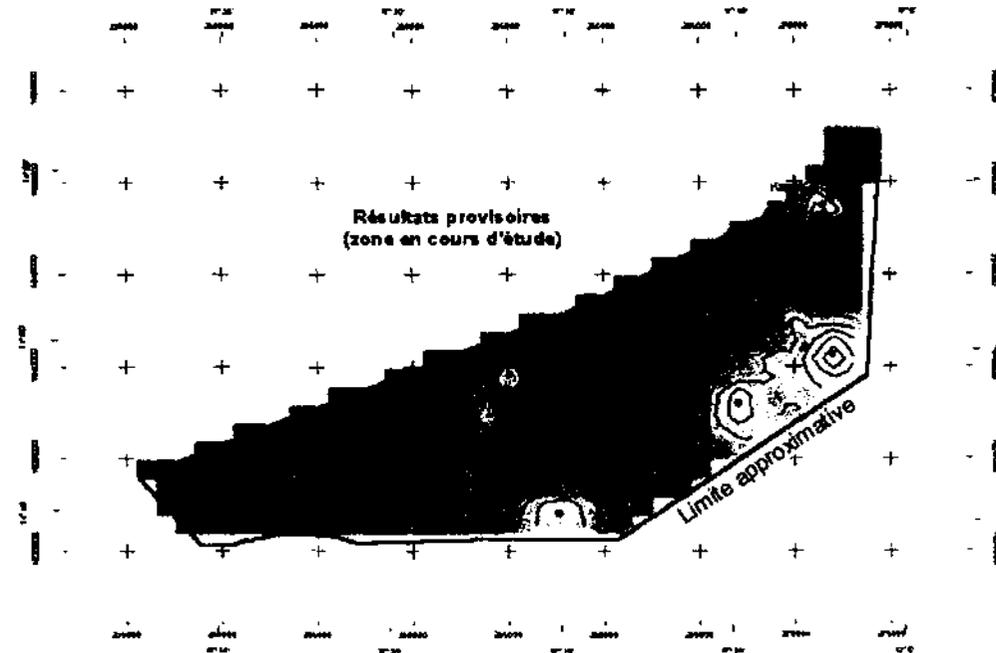
République du Sénégal
Ministère de l'Énergie
et de l'Hydraulique



Réalisée par :
SGPRE
et
COWI

Source : SGPRE

Données brutes campagne juin 99



Cadre de l'étude

- Légende
- Points de mesure
 - ▲ Localité
 - ~ Courbe piézométrique
 - > 18 m
 - 15 - 18 m
 - 12 - 15 m
 - 9 - 12 m
 - 6 - 9 m
 - 3 - 6 m
 - 0 - 3 m
 - -3 - 0 m



Figure 7 : Carte piézométrique de la nappe des sables quaternaires de Thiaroye (Juin 1999)

- teneur en résidu sec : 98 à 884 mg/l.

Cependant les eaux de la nappe sont contaminées par les eaux salées marines en certains endroits :

- au Sud, dans la zone du village de Thiaroye sur mer,
- au Nord, au niveau des lacs et lagunes (saumâtres, salés ou sursalés) isolées de l'océan par le cordon littoral.

I.4 APERCU SUR L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL DE DAKAR

Dakar est l'une des premières villes d'Afrique à s'être dotée d'un réseau d'assainissement et ceci depuis 1917, mais il ne concernait que le Sud de Dakar. Dans les années 40, la Médina a été dotée d'un réseau et une autre extension du réseau dakarois est survenue dans les années 60.

Le réseau d'assainissement dakarois comporte deux branches distinctes :

- le réseau d'évacuation des eaux usées ;
- le réseau d'évacuation des eaux pluviales dont la longueur totale est d'environ 150 km. Celui-ci est constitué par des canaux souterrains et des canaux à ciel ouvert qui aboutissent à la mer. Cependant certaines parties des canaux souterrains rejoignent celles des eaux usées.

70 % du réseau d'évacuation des eaux pluviales est constitué par des canaux de diamètre 250 mm et 400 mm, les autres canaux souterrains sont constitués par des fûts de diamètre 600 mm, 800 mm et 1000 mm et les plus gros diamètres sont constitué par les 'T' qui ont des diamètres de 800 mm et 2100 mm. Ces derniers servent également à l'évacuation des eaux usées. Les canaux sont réalisés à base de béton, alliage amiante-ciment, alliage latérite-ciment.

La figure 8 montre le système de drainage existant à Dakar.

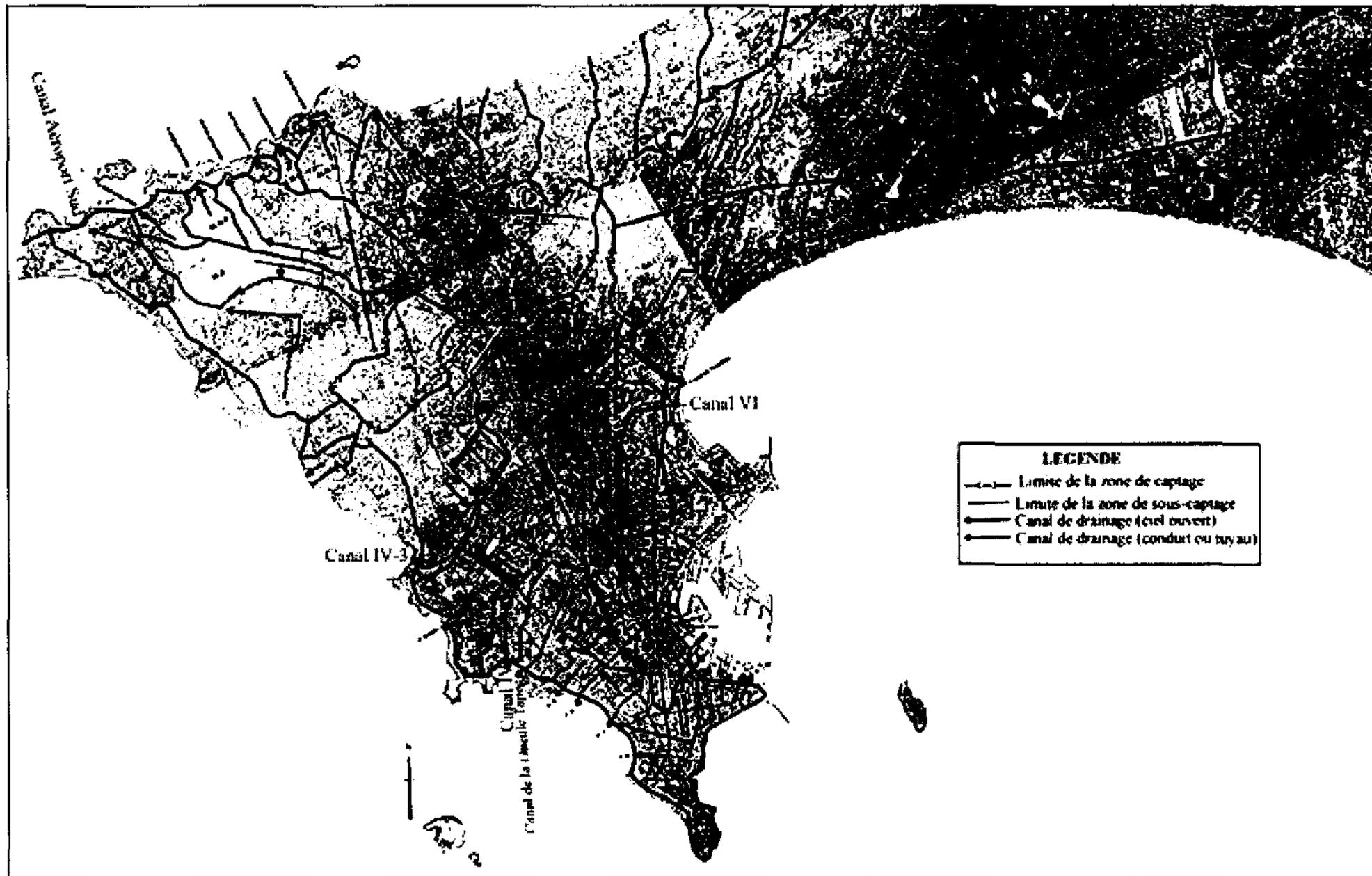


Figure 8 : Système de drainage existant à Dakar
 Source : JICA modifiée par Abdoulaye Diop (2001)

La répartition du réseau de drainage montre des disparités apparentes et on distingue :

- le Sud de Dakar qui engrange près des deux tiers du réseau, notamment le réseau souterrain (conduit ou tuyau) ;
- le Nord de Dakar où nous avons une faible présence du réseau mais avec une prédominance des canaux à ciel ouvert ;
- l'Est de Dakar qui est totalement dépourvu de réseau.

Aujourd'hui, plus de 40 % du réseau ont plus de quarante ans. Les matériaux qui le constituent étant altérables, ceci engendre alors de nombreuses casses. En 1997, 122 casses ont été enregistrées et deux ans après, en 1999, le nombre est passé à 322. L'augmentation des casses a induit une extension du réseau de 2111 m en 1997 et 3786 m en 1999.

La gestion du réseau d'assainissement dakarois est confiée à l'Office National de l'Assainissement au Sénégal (ONAS). A cet effet, elle a en charge le curage du réseau.

Le cadre de notre étude, en général et la revue critique des travaux antérieurs réalisés, en particulier, constituent une base non négligeable pour entamer notre étude proprement dite. Ils nous ont permis, par ailleurs, de choisir une méthodologie que nous allons exposer dans le chapitre suivant.

2^{ème} PARTIE :

METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Pour parvenir aux objectifs assignés, une méthodologie est proposée. Elle s'articule autour de 2 points, à savoir :

- les études de terrain,
- l'analyse des paramètres des points d'inondation et l'exploitation des données par des moyens statistiques.

II.1 LES ETUDES DE TERRAIN

Les études de terrain concernent des visites au niveau des points d'inondation ; au total 95 points ont été étudiés à travers toute la zone d'étude. Chaque point est typé selon les paramètres suivants :

- la **sous-zone** : la zone d'étude a été subdivisée en 4 sous-zones suivant les critères purement géologiques ; on distingue :
 - Dakar sud : située au Sud de Dakar, c'est une zone influencée par le volcanisme tertiaire au niveau de la Presqu'île du Cap Vert et qui gravite autour du Plateau.
 - Dakar Nord : située au NW de la Presqu'île, c'est la zone d'influence du volcanisme quaternaire des Mamelles.
 - Dakar Est : située à l'Est de la Presqu'île, elle est caractérisée par la présence des dunes quaternaires.
 - Médina-Grand Yoff : c'est la région allant de Médina à Grand Yoff suivant un axe généralement orienté SW-NE. Elle est limitée de part et d'autre par les 3 sous-zones précitées ;

La zone d'étude est subdivisée en quatre sous-zones ainsi définies (figure 9).

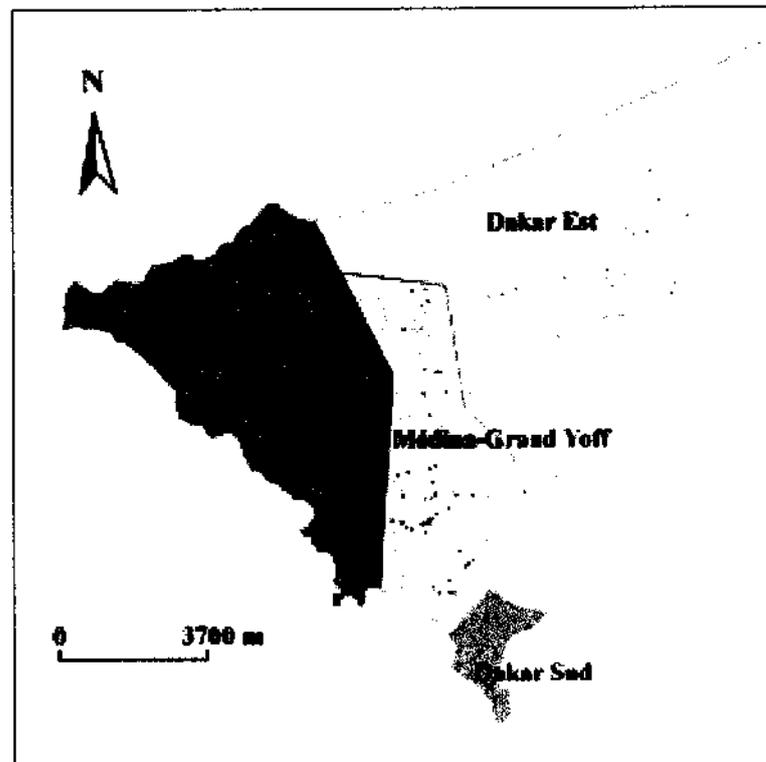
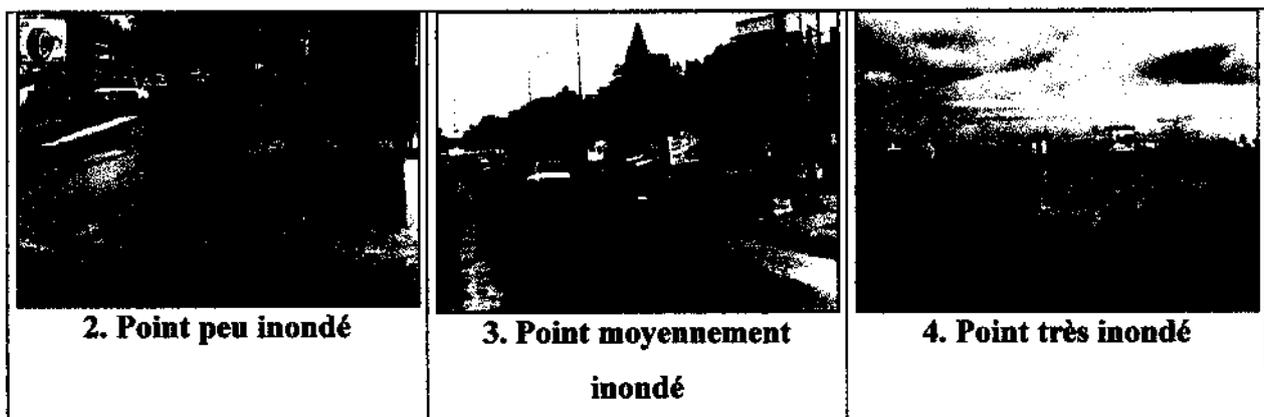


Figure 9 : Sous-zones de la zone d'étude

- le **taux d'inondation** : ce paramètre nous permet d'apprécier l'ampleur des inondations suivant l'étendue de ces dernières. Pour ce paramètre, on définit trois variables d'appréciation dont nous montrons des exemples au niveau des photos 2 ; 3 et 4 : « peu inondé », « moyennement inondé » et « très inondé »;



Photos 2 ; 3 ; 4 : Exemple de taux d'inondation

- la **durée d'inondation** : c'est le temps que met un point pour passer de l'état inondé à l'état non inondé. On définit trois variables pour ce paramètre : « < 24 h » ; « quelques jours » et « > semaine »;

- la **topographie** : elle permet de définir la configuration du terrain suivant les tranches d'altitude, on définit quatre variables pour ce paramètre : « 0-10 m » ; « 10-20 m » ; « 20-30 m » et « 30-40 m » ;

- le **sol** : il est défini comme la partie superficielle de la croûte terrestre. Un sol est formé par l'altération de la roche sous-jacente, par les facteurs climatiques et par l'action des êtres vivants. Un sol se caractérise par sa texture (granulométrie), sa structure (organisation des éléments constitutifs), sa teneur en eau, en matières minérale et organique, son pH, son organisation verticale en horizons plus ou moins parallèles à la surface.

On définit cinq variables suivant la nature du sol : « sableux » ; « latéritique » ; « sablo-argileux » ; « argilo-sableux » et « argileux » ;

- le **sous-sol** : il est défini comme la couche immédiatement au-dessous de la terre végétale.

On définit cinq variables suivant la nature du sous-sol : « rocheux » pour les sous-sol où la roche est massive telle que les basaltes ou la cuirasse latéritique ; « sableux » ; « sablo-argileux » ; « argilo-sableux » et « argileux » ;

- l'**hydrologie** : la nappe d'eau est l'eau souterraine contenue dans les interstices, les fissures et les fractures d'un ensemble géologique, en communication les uns avec les autres. Cette eau souterraine est localisée dans un aquifère situé au-dessus d'une couche de terrain imperméable. Une nappe d'eau se caractérise par son niveau supérieur ou niveau piézométrique. En fonction de sa position, on distingue les nappes libres ou nappes phréatiques où le niveau piézométrique se situe dans l'aquifère et les nappes captives, situées entre deux couches de terrain imperméables, dont le niveau piézométrique est situé au dessus de l'aquifère.

Pour ce paramètre, on définit trois variables à savoir :

- « nappe affleurante » qui désigne les nappes libres dont le niveau piézométrique se trouve au dessus du celui du sol ;

- « nappe superficielle » qui désigne les nappes libres situées à proximité de la surface du sol, à des profondeurs inférieures ou égales à 3 m ;

- « nappe profonde » qui désigne les nappes se retrouvant à des profondeurs supérieures à 3 m, les nappes captives et les zones dépourvues de nappe ;

- **l'occupation du sol** : ce paramètre a été défini afin d'estimer le taux d'imperméabilisation du sol autour du point d'inondation. Ainsi nous avons les quatre variables suivantes :

- « absence d'occupation » pour un point à taux d'imperméabilisation de 0 %,
- « faible occupation » pour un taux compris entre 0-30 %,
- « moyenne occupation » pour un taux compris entre 30-70 %,
- « haute occupation » pour un taux compris entre 70-100% ;

- **l'existence du réseau d'assainissement des eaux pluviales** : le réseau d'assainissement des eaux pluviales a pour rôle d'évacuer les eaux de ruissellement issues des précipitations, sa présence au niveau d'un point d'inondation joue alors rôle important. On définit deux variables pour ce paramètre suivant la présence du réseau d'évacuation : « absence » et « existence »;

- **la fonctionnalité de ce réseau** : ce paramètre est jugé très important dans la mesure où l'efficacité d'un réseau d'assainissement est fonction de sa fonctionnalité. On définit trois variables pour ce paramètre : « fonctionnel », « peu fonctionnel » et « non fonctionnel ».

Afin de déterminer la fonctionnalité du réseau d'assainissement, nous avons réalisé des études basées sur une inspection des regards et des canaux à ciel ouvert.

Les regards sont des ouvrages d'évacuation des eaux de ruissellement de la chaussée vers les égouts. Ils sont ainsi placés au niveau des voiries et permettent par ailleurs de réduire le volume d'eau qui arrive au niveau des bassins routiers en évacuant l'eau au fur et à mesure qu'elle s'écoule.

Pour déterminer la fonctionnalité des regards nous avons retenu les critères suivants :

- un regard dont le tuyau d'évacuation vers les égouts est dégagé est considéré comme **peu fonctionnel à fonctionnel** suivant le taux de découverte du tuyau ;
- un regard qui est obstrué, c'est à dire dont le tuyau d'évacuation n'apparaît pas et ne permet pas d'évacuer les eaux de ruissellement est considéré comme **non fonctionnel**.

Pour ce faire nous avons effectué les inspections dans un certain nombre de quartiers.

Les canaux à ciel ouvert sont également des ouvrages destinés à l'évacuation des eaux de ruissellement. A travers toute la zone d'étude, neuf canaux à ciel ouvert ont été visités.

Les résultats de ces inspections seront présentés dans le chapitre suivant.

- la **végétation** : la nature et la fréquence d'un type de végétation est fonction de son environnement. De ce fait, la végétation peut être utilisée comme indice pour la détermination de la présence d'eau dans le sol. On définit quatre variables suivant le type de végétation : « absence », « zone sèche », « zone semi-humide », « zone humide ».

Il s'agit de préciser que les variables de certains paramètres tels que le sous-sol, l'hydrologie et parfois le sol n'ont pu être relevées directement sur le terrain. Pour leur détermination, nous avons eu recours au *Fichier géotechnique de la Presqu'île de Dakar* qui a fait l'objet du mémoire IST de Ibrahima N'DIAYE (2000). Ce document présente une série de sondages réalisés à travers toute l'agglomération de Dakar.

Les données de terrain vont servir de base à l'analyse statistique.

II.2 ANALYSE ET EXPLOITATION DES DONNEES SUR LES PARAMETRES

Toutes les données recueillies vont être consignées dans un tableau en vue de leur analyse statistique. Cette analyse statistique se fera au moyen du logiciel SPSS ; pour cette présente étude, nous avons utilisé la version anglaise 7.5.

SPSS est un logiciel de gestion et d'analyse des données statistiques caractérisée par une portée très générale et une utilisation très souple. Il permet à partir des données :

- de créer des tableaux, des graphiques et des diagrammes afin de visualiser les tendances et les distributions,
- de procéder à des analyses statistiques descriptives ou d'effectuer des analyses plus complexes.

Pour la conception du tableau, nous avons procédé à un codage du nom de certains paramètres (tableau II).

| Paramètres | Code |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| Sous-zone | zone |
| Taux d'inondation | inond |
| Durée d'inondation | durée |
| Occupation du sol | urban |
| Topographie | topo |
| Sol | sol |
| Sous-sol | sous.sol |
| Hydrologie | hydro |
| Existence du réseau d'assainissement des eaux pluviales | réseau |
| Fonctionnalité du réseau | fonction |
| Végétation | Végétal |

Tableau II : Codage des paramètres

Dans le cadre de notre étude, les fonctions SPSS utilisées concernent les distributions des différents paramètres de manière globale, mais aussi dans un secteur précis. Les représentations graphiques se feront sous forme de diagrammes en barres.

L'utilisation de la version anglaise fait apparaître des termes anglais au niveau des figures.

Nous donnons ici les traductions de ces termes :

Bar chart : Diagramme en barre

Percent : Pourcentage

Count : Compte

3^{ème} PARTIE :

ANALYSE ET INTERPRETATION
DES RESULTATS

Cette partie concerne la présentation des résultats obtenus ainsi que leur analyse et leur interprétation.

III.1 ANALYSE DES RESULTATS

L'analyse des résultats se fera selon deux volets : l'état du réseau et les variations des paramètres d'inondation.

III.1.1 L'ETAT DU RESEAU

Les inspections effectuées au niveau des regards et des canaux à ciel à ouvert ont donné les résultats suivants :

III.1.1.1 Les regards

Les résultats obtenus au cours de l'inspection des regards sont consignés dans le tableau III et à la figure 10.

| Quartiers | Regards peu fonctionnels à fonctionnels | Regards non fonctionnels |
|------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| Sacré cœur III | 9% | 91% |
| Médina | 28% | 72% |
| Liberté 5 | 24% | 76% |
| Gueule tapée | 31% | 69% |
| Liberté 6 | 14% | 86% |
| Zone A et Zone B | 26% | 74% |
| Fass | 13% | 87% |
| Total regards étudiés | 21% | 79% |

* 13 % des regards inspectés ont leur grilles qui a disparu

Tableau III: Taux de fonctionnalité des regards dans certains quartiers ciblés

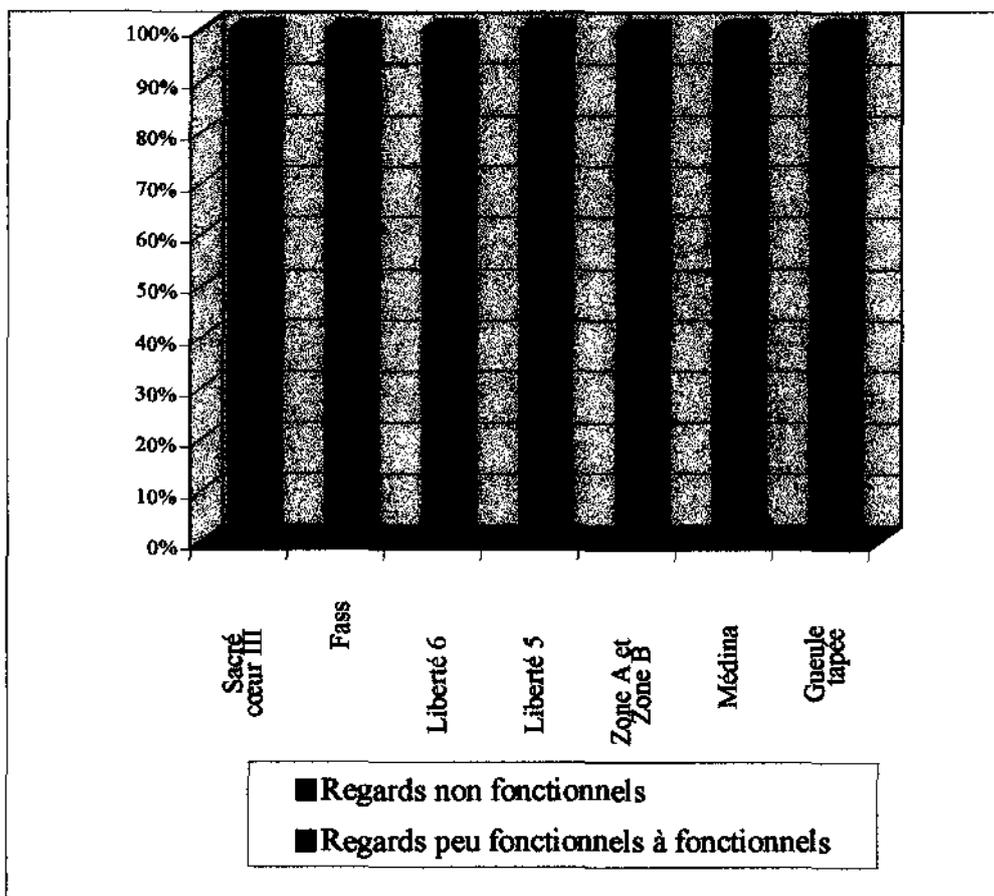


Figure 10: Taux de fonctionnalité des regards dans certains quartiers ciblés

La figure 11 montre le pourcentage des différents produits obstruant les regards dans les différents quartiers.

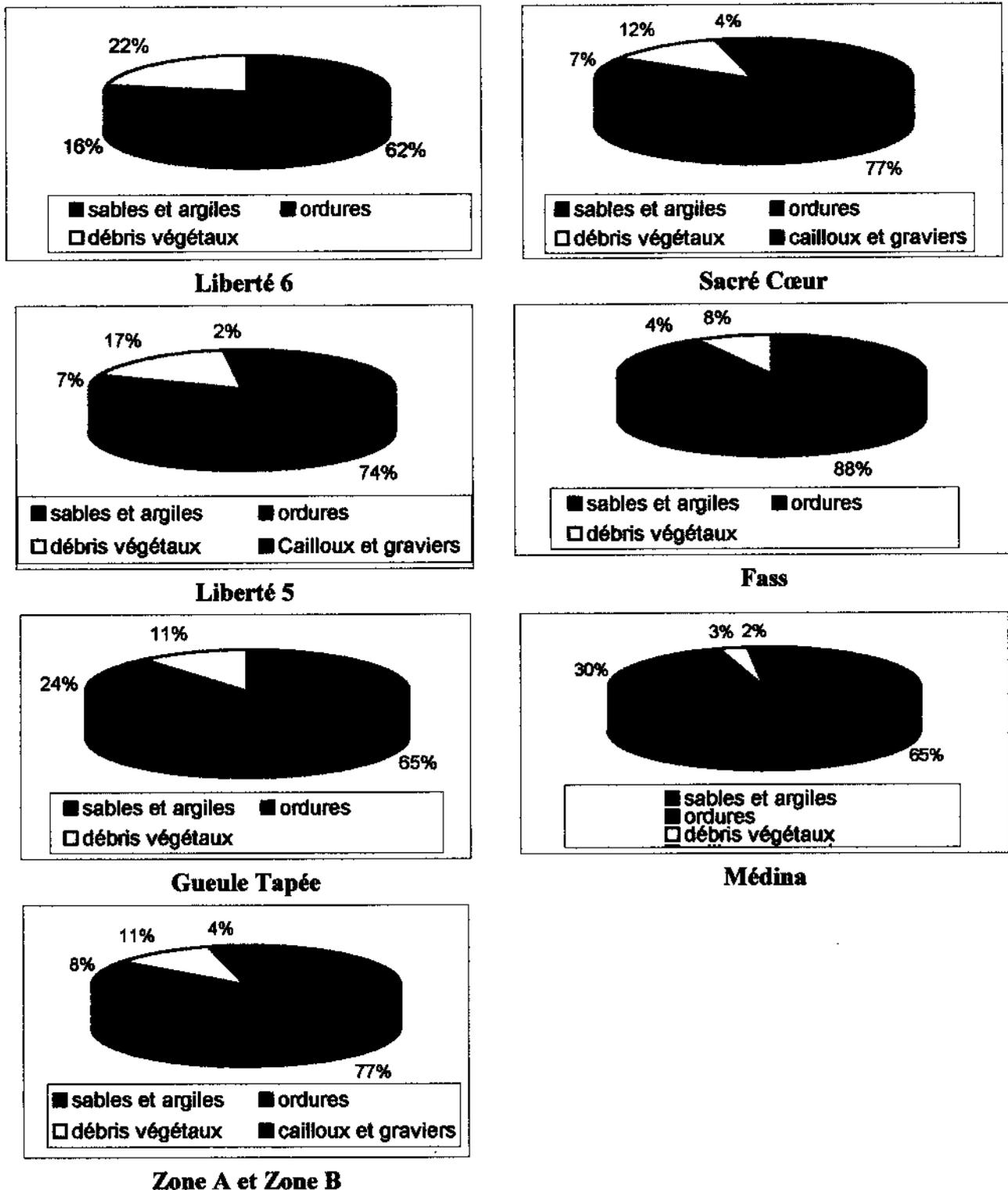


Figure 11 : Pourcentage des différents produits obstruant les regards dans les différents quartiers

III.1.1.2 Les canaux à ciel ouvert

L'inspection des canaux à ciel ouvert a donné les résultats suivants :

III.1.1.2.1 Les canaux de l'Avenue Cheikh Anta Diop

Il s'agit de deux canaux situés de part et d'autre de l'Avenue Cheikh Anta Diop. Ils s'étendent du Canal IV jusqu'au niveau de l'hôpital de Fann et ont certaines parties en souterrain, mais sont pour l'essentiel à ciel ouvert.

a Le canal Ouest

Le canal ouest est réalisé à base de mortier et de blocs de latérite décimétriques. Les dimensions du canal sont montrées à la figure 12.

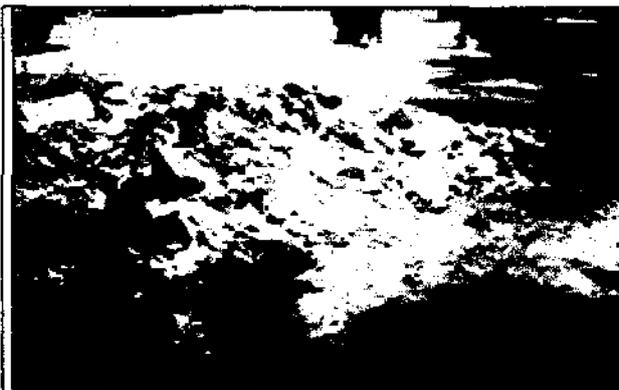


Photo 5 : Canal Ouest

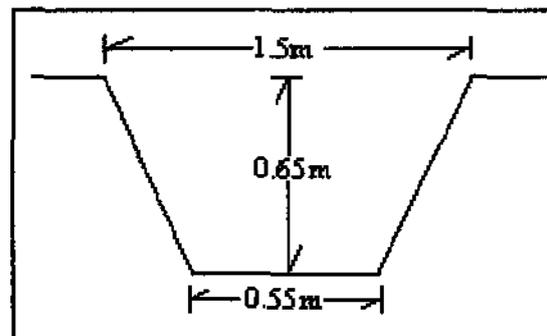


Figure 12 : Coupe schématique du canal Ouest

Le canal est dégradé sur de grandes portions et présente des pertes de blocs de latérite et une fissuration du mortier. Cette dégradation peut par endroit être très grave avec des pertes de l'ordre de 80%.

Le canal est rempli de dépôts (photo 5) dont l'épaisseur varie de 3cm à plus de 65cm. L'accroissement se faisant au fur et à mesure que l'on s'éloigne du Canal IV. Ceci fait que sur certains axes le canal est entièrement masqué par les dépôts.

La nature des dépôts est variable et on distingue :

- les sables plus ou moins argileux qui constituent la majeure partie des dépôts ;
- les débris végétaux qui vont des branchages aux feuilles ;
- les déchets plastiques et autres ordures ;
- des blocs de pierres décimétriques.

Ce canal est actuellement non fonctionnel.

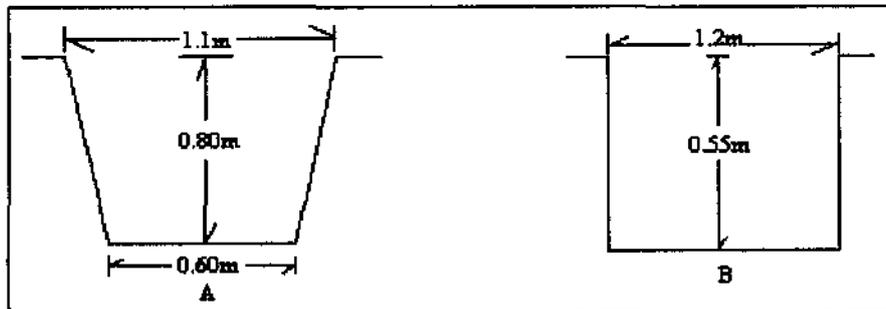
La liaison entre ce canal et le Canal IV est assurée par un conduit en béton de 55 cm de diamètre. Ce conduit présente également des dépôts de déchets plastiques et de sable mais reste cependant fonctionnel.

b. Le canal Est

Les dimensions des différentes portions du canal sont montrées à la figure 13.



Photo 6 : Canal Est



A : canal en mortier+dalles de calcaire

B : canaux en mortier+granulat de basalte et mortier+blocs de basaltes

Figure 13 : Coupe schématique des différentes portions du canal Est

Les matériaux dont le canal a été réalisé ne sont pas constants. Ainsi il est réalisé à base de :

- mortier et dalles décimétriques de calcaire dans sa partie sud ;
- mortier et granulats de basalte en face de la grande porte de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- mortier et blocs décimétriques de basalte.

Ce canal est beaucoup plus solide que le canal ouest mais présente des dommages au niveau de la partie sud (le flanc Est est effondré).

Le canal est rempli de dépôts (photo 6) de même nature que précédemment mais avec une nette prédominance des ordures et on note par endroits une végétation qui se développe. Les épaisseurs des dépôts vont de 30 cm jusqu'à remplir totalement le canal et celui disparaît parfois.

Ce canal est actuellement non fonctionnel sur sa majeure partie.

Il est également à noter qu'au niveau du lycée Thierno Saïdou Nourou Tall, le canal qui s'y trouvait a été remblayé et une dalle a été construite dessus.

III.1.1.2.2 Le canal de Bourguiba (En face Ecole de Police)

Les dimensions de ce canal sont montrées à la figure 14.



Photo 7 : Canal de Bourguiba

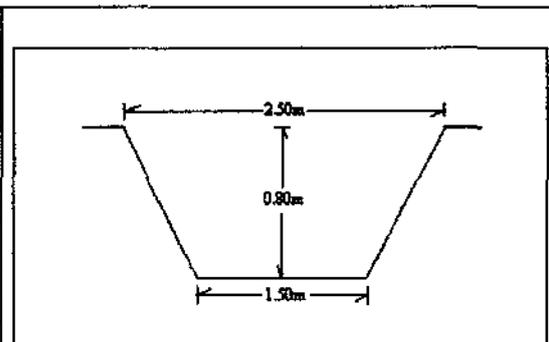


Figure 14 : Coupe schématique du canal de Bourguiba

Il s'agit d'un canal à garniture en béton qui longe le mur de l'Ecole de Police sur l'Avenue Bourguiba jusqu'à hauteur de l'intersection avec les allées Thierno Saïdou Nourou Tall où il rejoint un canal souterrain.

Le canal est en bon état malgré la présence de quelques fissuration du béton sur les bords.

Le canal est rempli de dépôts (photo 7) de différentes natures ; on note :

- les sables dont les épaisseurs de dépôt varient entre 3 cm et 10 cm ;
- les débris végétaux (feuilles et branchages) qui dominent largement tous les autres dépôts ;
- les ordures (matières plastiques, papiers, carcasses d'animaux, pneus (04),...)

Sur certains axes, l'épaisseur de ces dépôts atteint 30 cm et empêche l'écoulement de l'eau.

Certaines portions du canal ont été protégées par les habitants qui les ont recouvert par des dalles (ceci a été fait plus dans un souci d'esthétique et de convenance que de protection).

III.1.1.2.3 Le canal de Karack

Les dimensions du canal sont montrées à la figure 15.



Photo 8 : Canal de Karack

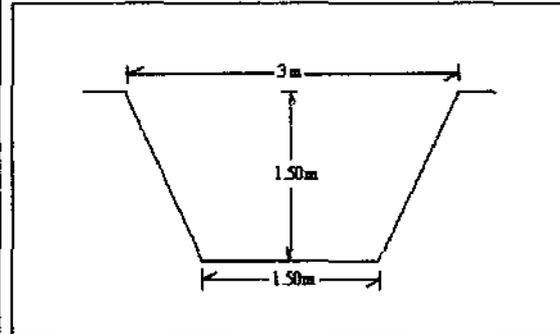


Figure 15 : Coupe schématique du canal de Karack

Il s'agit d'un canal réalisé à base de mortier et blocs décimétriques de basalte. Il traverse la partie Est du quartier de Karack pour rejoindre un canal souterrain au niveau du terminus de Karack. Le canal est en bon état mais il est rempli de dépôts (photo 8) de différentes natures :

- des sables sur une épaisseur de 10 cm
- des ordures avec particulièrement des déchets plastiques (une centaine de bouteilles, des pneus (30)) et des débris métalliques ;
- des débris végétaux.

A hauteur de la jonction avec le canal souterrain, l'eau stagne et des dizaines de bouteilles de plastiques y flottent.

On note dans ce canal des arrivées d'eaux domestiques depuis certaines maisons.

III.1.1.2.4 Le canal de Sacré Cœur

C'est un canal à garniture en béton qui longe le quartier de Sacré Cœur depuis le quartier de Liberté 4 jusqu'à hauteur du Collège Yalla Suren où il continue en souterrain.

Les dimensions du canal sont montrées à la figure 16.



Photo 9 : Canal de Sacré Coeur

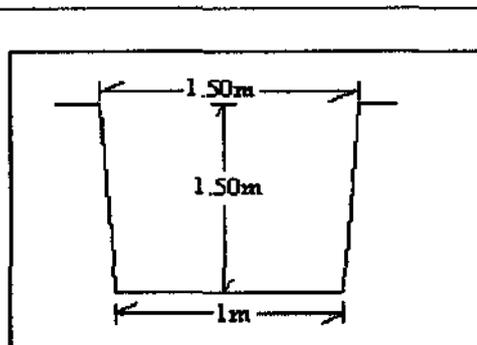


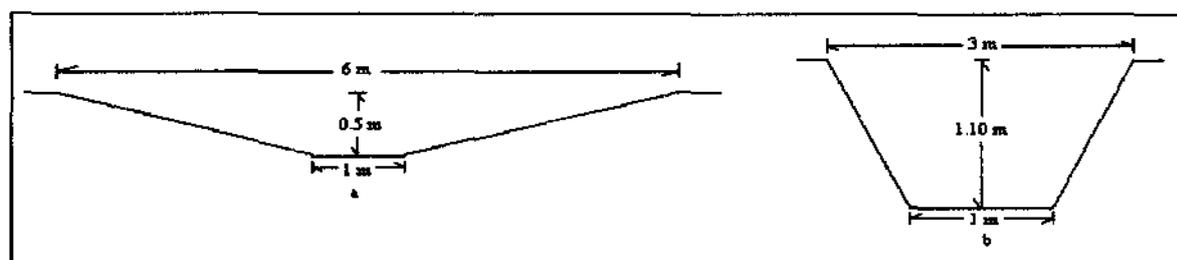
Figure 16 : Coupe schématique du canal de Sacré Coeur

On note également la présence de dépôts (photo 9) de différentes natures :

- les sables dont les épaisseurs atteignent par endroit 30 cm. Il faut cependant noter qu'une partie de ces sables a été déversé dans le canal par des agents chargés de balayer la route.
- des débris végétaux ;
- des ordures (déchets plastiques (bouteilles et sachets, pneus), des carcasses d'animaux) ;
- des pierres et boules de dolérite.

III.1.1.2.5 Le canal de Ouakam

Le canal de Ouakam comporte deux portions de section et de nature différente (figure 17). Sur sa première portion, le canal, en garniture en béton, est orientée SW-NE et traverse ainsi le quartier de Ouakam en passant à l'Ouest du marché de Ouakam jusqu'à hauteur de la Base aérienne de Ouakam. Là, débute la deuxième portion réalisée à base de mortier et de blocs décimétriques de calcaire. Elle est généralement orientée SE-NW. Il longe le mur de l'Aéroport L.S.Senghor pour rejoindre le Canal Aéroport Sud.



- a : première section du canal de Ouakam (garniture en béton)
 b : seconde section du canal de Ouakam (mortier+dalle de calcaire)

Figure 17 : Coupe schématique du Canal de Ouakam

Le canal est en bon état. Sur sa première portion, certains axes sont remplis de dépôts d'ordures et de sédiments (photos 10 et 11). Une partie du canal a été remblayé par les populations et fait usage de pont .

Au niveau de l'embouchure, vers la jonction avec le Canal Aéroport Sud, le Canal disparaît sous un ensablement sur près d'une centaine de mètre (photo 12). Ce point devient ainsi une zone d'accumulation des eaux de pluies. Lors de l'hivernage 2000, le canal n'a pas pu contenir les eaux qui sont passées en surverse entraînant une chute du mur de l'Aéroport.



Photo 10 : Pont de sable



Photo 11 : Dépôts d'ordures dans le canal



Photo 12 : Embouchure du canal de Ouakam

III.1.1.2.6 Le Canal Aéroport Sud

Il s'agit d'un canal en terre, les caractéristiques du canal sont montrés à la figure 18.

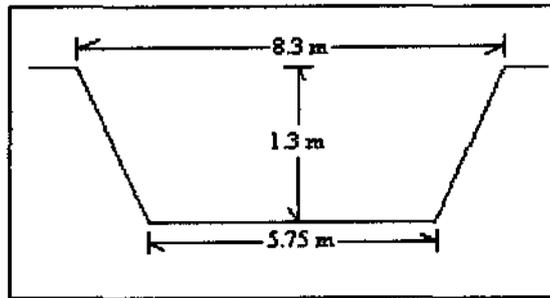


Figure 18 : Coupe schématique du Canal Aéroport Sud

L'embouchure de ce canal se trouve sur une vaste plaine au NW du secteur d'étude. A ce niveau le canal montre un fort ensablement et également la présence d'ordures. Cette zone est en train d'être occupée par les habitations et connaît par ailleurs des incursions marines très fréquentes.

III.1.1.2.7 Le Canal IV

Les caractéristiques du Canal IV sont montrés à la figure 19.

Il s'agit d'un canal à garniture en béton (photo 13) qui draine les eaux pluviales vers la baie de Soumbédioune.



Photo 13 : Canal IV

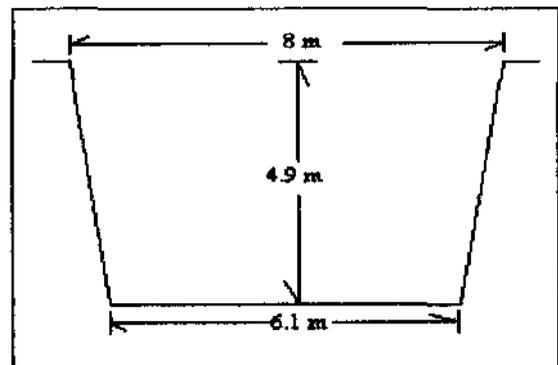
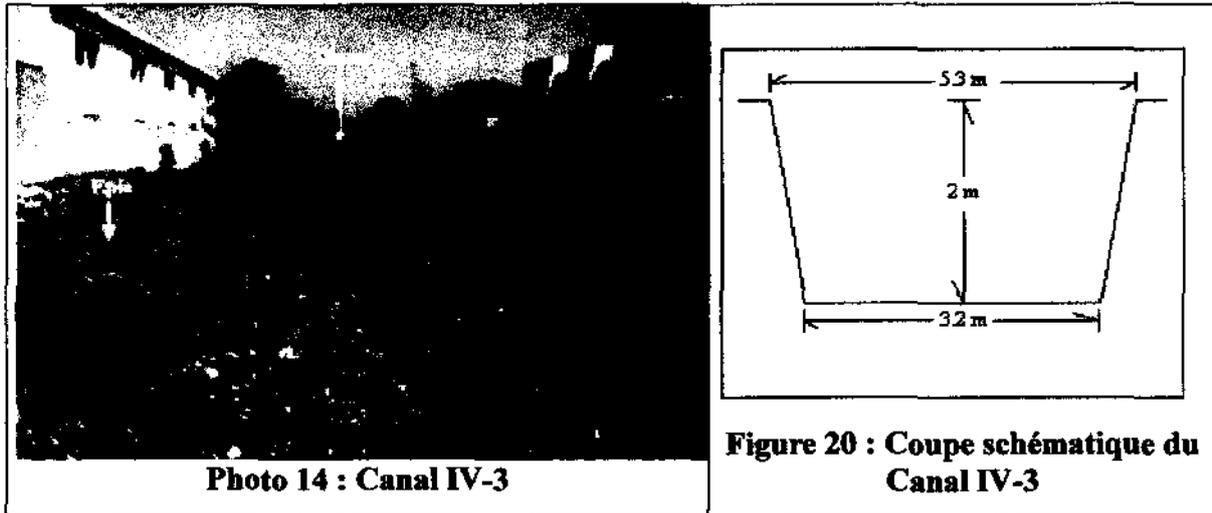


Figure 19 : Coupe schématique du Canal IV

Il est en bon état. En plusieurs points du canal et notamment vers le quartier de Fass, il montre des dépôts d'ordures (pneus, ordures ménagères, déchets plastiques,...). Il y a aussi la végétation essentiellement constituée de roseaux qui occupent une bonne partie du canal. Ce canal est conçu pour drainer les eaux pluviales mais on note des arrivées d'eaux usées.

III.1.1.2.8 Le Canal IV-3

Les caractéristiques du canal sont montrés à la figure 20.



Il s'agit d'un canal en terre (photo 14) dont l'embouchure se trouve au niveau de la baie de Fann. Le canal dispose d'un fond irrégulier et montre des dépôts d'ordures; ceci entraîne une stagnation des eaux par endroit.

Très souvent, on note des effondrements des parois du canal. Ces effondrements ont entraîné une rupture des canalisations traversant le canal à l'arrière du Lycée Thierno Saïdou Nourou Tall. Nous pouvons signaler que l'année passée les élèves de ce lycée étaient allés grève avec comme revendication l'évacuation des eaux qui stagnaient dans le canal. Celles-ci dégagent une mauvaise odeur et étaient un lieu d'incubation des moustiques. Actuellement, des épis sont implantés au niveau des parois pour les stabiliser.

Les fréquents effondrements des parois et les arrivées de sables entraînent un ensablement favorisant un développement d'une importante végétation au sein du canal. Un champ a même été implanté au début du canal et celui-ci s'oppose au passage des eaux.

L'inspection des regards et des canaux à ciel ouvert a été très édifiante. En effet cette inspection montre que très souvent ceux-ci sont obstrués par des dépôts divers par leur nature mais dominés par des sédiments.

III.1.2 VARIATIONS DES PARAMETRES D'INONDATION

Le tableau IV présente la base de données SPSS à partir de laquelle seront faites toutes opérations.

Tableau IV : Base de données SPSS

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|----------------|----------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------|-----------|-----------------|
| 1 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | absence | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 2 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 3 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sableux | rocheux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 4 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | absence | nappe profonde | moyennement inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 5 | Médina-Grand Yoff | faible | 0-10 m | sableux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 6 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 7 | Dakar nord | moyenne | 20-30 m | argileux | rocheux | zone sèche | nappe profonde | moyennement inondé | quelques jours | absence | , |
| 8 | Dakar sud | haute | 20-30 m | latéritique | rocheux | absence | nappe profonde | peu inondé | < 24 heures | existence | fonctionnel |
| 9 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | absence | nappe profonde | très inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 10 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe profonde | moyennement inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|----------------|----------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------|-----------|-----------------|
| 11 | Dakar nord | moyenne | 10-20 m | sablo-argileux | sablo-argileux | absence | nappe profonde | moyennement inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 12 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo-argileux | argilo-sableux | zone semi-humide | nappe superficielle | moyennement inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 13 | Dakar nord | moyenne | 10-20 m | argileux | rocheux | absence | nappe profonde | peu inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 14 | Médina-Grand Yoff | faible | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | absence | , |
| 15 | Dakar sud | haute | 0-10 m | latéritique | argileux | zone semi-humide | nappe profonde | peu inondé | < 24 heures | existence | fonctionnel |
| 16 | Dakar sud | haute | 30-40 m | latéritique | rocheux | zone semi-humide | nappe profonde | peu inondé | < 24 heures | existence | fonctionnel |
| 17 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |
| 18 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |
| 19 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | absence | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 20 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|----------------|----------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------|-----------|-----------------|
| 21 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | absence | nappe superficielle | peu inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 22 | Dakar nord | faible | 10-20 m | argilo-sableux | argileux | zone semi-humide | nappe profonde | moyennement inondé | < 24 heures | existence | non fonctionnel |
| 23 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sableux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | moyennement inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 24 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sableux | zone semi-humide | nappe profonde | moyennement inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 25 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | peu inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |
| 26 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | absence | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 27 | Dakar nord | absence | 10-20 m | argileux | sablo-argileux | zone sèche | nappe profonde | très inondé | > semaine | absence | , |
| 28 | Médina-Grand Yoff | faible | 0-10 m | sableux | sablo-argileux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 29 | Dakar nord | faible | 10-20 m | argilo-sableux | rocheux | zone semi-humide | nappe profonde | très inondé | > semaine | absence | , |
| 30 | Dakar nord | faible | 10-20 m | argilo-sableux | rocheux | zone semi-humide | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|----------------|----------------|------------------|---------------------|-------------|----------------|-----------|-----------------|
| 31 | Dakar nord | faible | 10-20 m | argilo-sableux | rocheux | zone semi-humide | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 32 | Dakar est | moyenne | 0-10 m | sableux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | absence | , |
| 33 | Dakar nord | absence | 20-30 m | argilo-sableux | argileux | absence | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 34 | Dakar nord | faible | 20-30 m | argileux | argileux | zone sèche | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 35 | Dakar est | moyenne | 10-20 m | sableux | sableux | absence | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 36 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 37 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | argilo-sableux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |
| 38 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo-argileux | argilo-sableux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |
| 39 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | argilo-sableux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 40 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|----------------|----------------|------------------|---------------------|-------------|----------------|-----------|-----------------|
| 41 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 42 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 43 | Médina-Grand Yoff | absence | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 44 | Médina-Grand Yoff | absence | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 45 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 46 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 47 | Médina-Grand Yoff | faible | 0-10 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 48 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 10-20 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | absence | , |
| 49 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 10-20 m | sablo-argileux | sablo-argileux | zone semi-humide | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 50 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 10-20 m | argilo-sableux | sablo-argileux | absence | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|----------------|----------------|------------------|---------------------|-------------|-------------------|---------|----------|
| 51 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 10-20 m | argilo-sableux | sablo-argileux | absence | nappe profonde | très inondé | > semaine | absence | , |
| 52 | Dakar est | moyenne | 10-20 m | sableux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 53 | Dakar est | faible | 10-20 m | sablo-argileux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 54 | Dakar est | faible | 0-10 m | sablo-argileux | sableux | zone semi-humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 55 | Dakar est | faible | 10-20 m | argilo-sableux | sablo-argileux | absence | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 56 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 10-20 m | argilo-sableux | sablo-argileux | zone sèche | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 57 | Dakar nord | faible | 10-20 m | argilo-sableux | argileux | zone sèche | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 58 | Dakar nord | faible | 30-40 m | argilo-sableux | argileux | zone sèche | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 59 | Médina-Grand Yoff | faible | 10-20 m | argilo-sableux | sableux | zone humide | nappe profonde | très inondé | > semaine | absence | , |
| 60 | Dakar est | faible | 0-10 m | sableux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|------------|---------|---------|----------------|----------|------------------|---------------------|-------------|----------------|-----------|-----------------|
| 61 | Dakar est | faible | 0-10 m | sableux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 62 | Dakar est | faible | 0-10 m | sablo-argileux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |
| 63 | Dakar est | faible | 0-10 m | sableux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 64 | Dakar est | absence | 0-10 m | sablo-argileux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |
| 65 | Dakar est | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 66 | Dakar est | faible | 0-10 m | sablo-argileux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |
| 67 | Dakar nord | moyenne | 20-30 m | sablo-argileux | argileux | zone semi-humide | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 68 | Dakar nord | moyenne | 20-30 m | sablo-argileux | argileux | zone humide | nappe profonde | très inondé | quelques jours | absence | , |
| 69 | Dakar nord | haute | 20-30 m | argileux | argileux | zone semi-humide | nappe profonde | très inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 70 | Dakar nord | absence | 20-30 m | argileux | argileux | absence | nappe profonde | très inondé | > semaine | absence | , |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|------------|---------|---------|----------------|----------|------------------|---------------------|--------------------|----------------|-----------|-----------------|
| 71 | Dakar nord | haute | 20-30 m | argileux | argileux | zone sèche | nappe profonde | très inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 72 | Dakar nord | moyenne | 20-30 m | sablo-argileux | argileux | zone semi-humide | nappe profonde | très inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |
| 73 | Dakar nord | faible | 30-40 m | argileux | rocheux | zone humide | nappe profonde | moyennement inondé | quelques jours | absence | , |
| 74 | Dakar nord | absence | 0-10 m | sablo-argileux | rocheux | zone humide | nappe profonde | très inondé | > semaine | absence | , |
| 75 | Dakar nord | absence | 0-10 m | sablo-argileux | rocheux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 76 | Dakar nord | faible | 0-10 m | sablo-argileux | rocheux | absence | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 77 | Dakar nord | faible | 0-10 m | sablo-argileux | rocheux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 78 | Dakar nord | absence | 0-10 m | argilo-sableux | rocheux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | existence | non fonctionnel |
| 79 | Dakar nord | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | rocheux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | non fonctionnel |
| 80 | Dakar nord | moyenne | 0-10 m | sablo-argileux | rocheux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|--------------------|--------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------|-----------|--------------------|
| 81 | Dakar nord | faible | 0-10 m | sablo- argileux | rocheux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |
| 82 | Dakar nord | absence | 0-10 m | sablo- argileux | rocheux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 83 | Dakar est | faible | 20-30 m | sablo- argileux | sablo- argileux | absence | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |
| 84 | Dakar est | moyenne | 10-20 m | sablo- argileux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 85 | Dakar est | faible | 10-20 m | sablo- argileux | argilo- sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | existence | peu fonctionnel |
| 86 | Dakar est | moyenne | 10-20 m | sablo- argileux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |
| 87 | Dakar est | moyenne | 10-20 m | sablo- argileux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |
| 88 | Dakar est | moyenne | 10-20 m | sablo- argileux | sableux | zone humide | nappe affleurante | très inondé | > semaine | absence | , |
| 89 | Médina-Grand Yoff | haute | 10-20 m | sablo- argileux | sablo- argileux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 90 | Médina-Grand Yoff | faible | 0-10 m | sablo- argileux | sableux | zone humide | nappe superficielle | très inondé | > semaine | absence | , |

| | Zone | Urban | Topo | Sol | Sous.sol | Végétal | Hydro | Inond | Durée | Réseau | Fonction |
|----|-------------------|---------|---------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-----------|--------------------|
| 91 | Dakar nord | haute | 20-30 m | sablo- argileux | sablo- argileux | absence | nappe profonde | moyennement inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 92 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo- argileux | sablo- argileux | absence | nappe profonde | moyennement inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 93 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo- argileux | sablo- argileux | zone semi- humide | nappe profonde | très inondé | quelques jours | existence | peu fonctionnel |
| 94 | Médina-Grand Yoff | haute | 0-10 m | sablo- argileux | sablo- argileux | absence | nappe superficielle | très inondé | < 24 heures | existence | peu fonctionnel |
| 95 | Médina-Grand Yoff | moyenne | 0-10 m | sablo- argileux | sablo- argileux | zone sèche | nappe superficielle | très inondé | quelques jours | absence | , |

Analyse et interprétation des résultats



Photo 15 : Localisation des points d'inondation étudiés

A. DIOP, 2001 : Mémoire d'ingénieur de conception - IST

III.1.2.1 Variation globale des différents paramètres

III.1.2.1.1 La sous-zone

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 21.

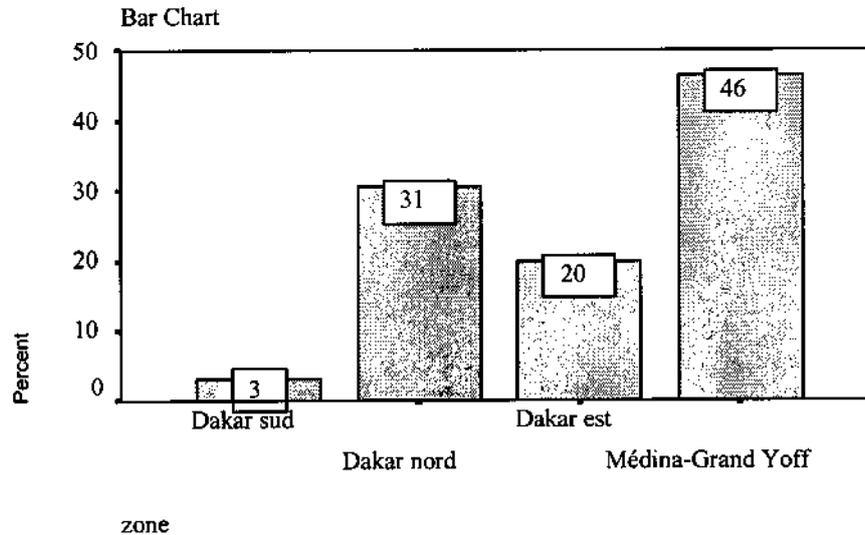


Figure 21 : Répartition des points inondés en fonction de la sous-zone

La répartition des points d'inondation montre que Médina-Grand Yoff compte le plus de points inondés avec 46 % des points, suivie de Dakar Nord, Dakar Est et Dakar Sud avec respectivement 31 %, 20 % et 3 %.

III.1.2.1.2 Le taux d'inondation

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 22.

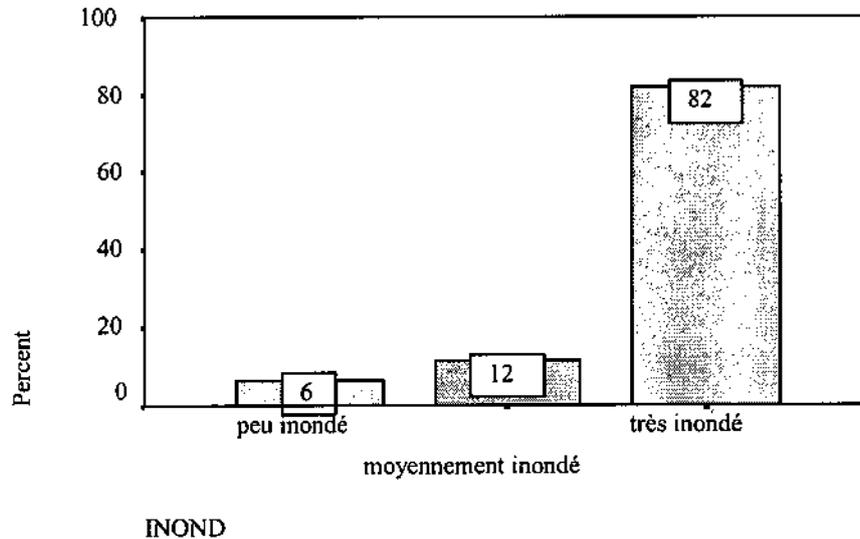


Figure 22 : Répartition des points inondés en fonction du taux d'inondation

En fonction du taux d'inondation, la répartition des points inondés montre que 82 % des points sont très inondés, 12 % sont moyennement inondés et 6 % peu inondés.

III.1.2.1.3 La durée d'inondation

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 23.

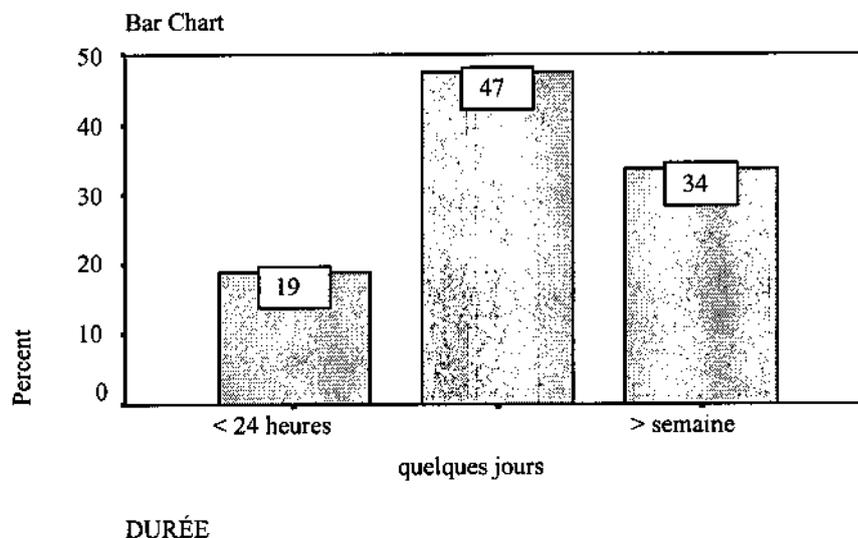


Figure 23 : Répartition des points inondés en fonction de la durée d'inondation

La répartition des points inondés en fonction de la durée montre que la majeure partie des inondations durent quelques jours avec 47 % des points, 34 % durent plus d'une semaine et 19 % moins de 24 heures.

III.1.2.1.4 L'occupation du sol

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 24.

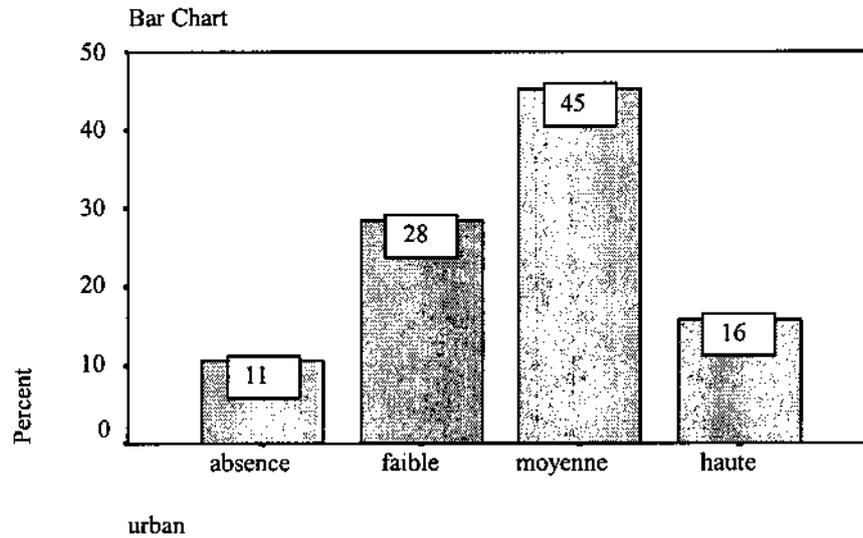


Figure 24 : Répartition des points inondés en fonction de l'occupation du sol

La répartition des points inondés en fonction de l'occupation du sol montre que la plupart des inondations se sont produites dans des zones à occupation du sol moyenne avec 45 % des points ensuite suivent les zones à occupation du sol faible avec 28 %, les zones à haute occupation du sol avec 16 % et les zones sans occupation du sol 11 %.

III.1.2.1.5 La topographie

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 25.

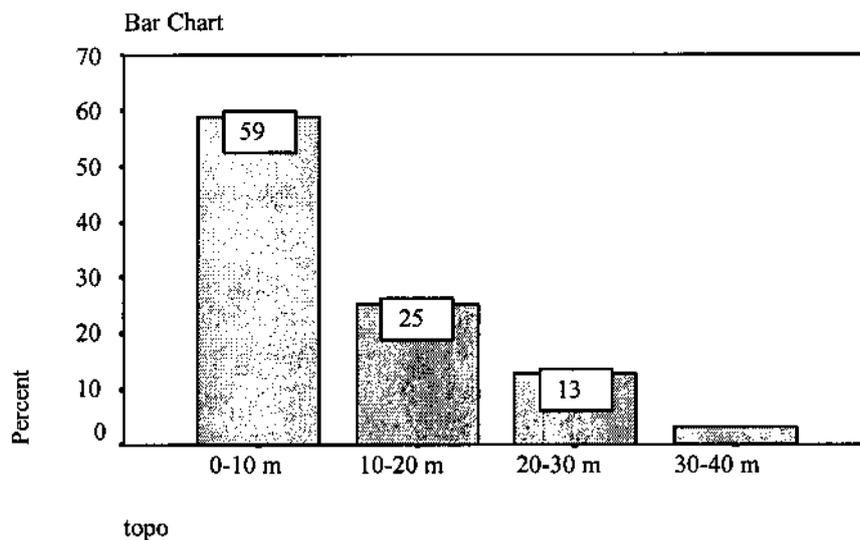


Figure 25 : Répartition des points inondés en fonction de la topographie

En fonction de la topographie, la répartition des points inondés montre que nous avons une baisse de la fréquence des points avec l'augmentation des altitudes. Nous avons les altitudes de 0-10 m qui sont les plus inondées avec 59 % des points, 25 % pour des altitudes de 10-20 m, 13 % pour des altitudes de 20-30 m et 3 % pour des altitudes de 30-40 m.

III.1.2.1.6 Le sol

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 26.

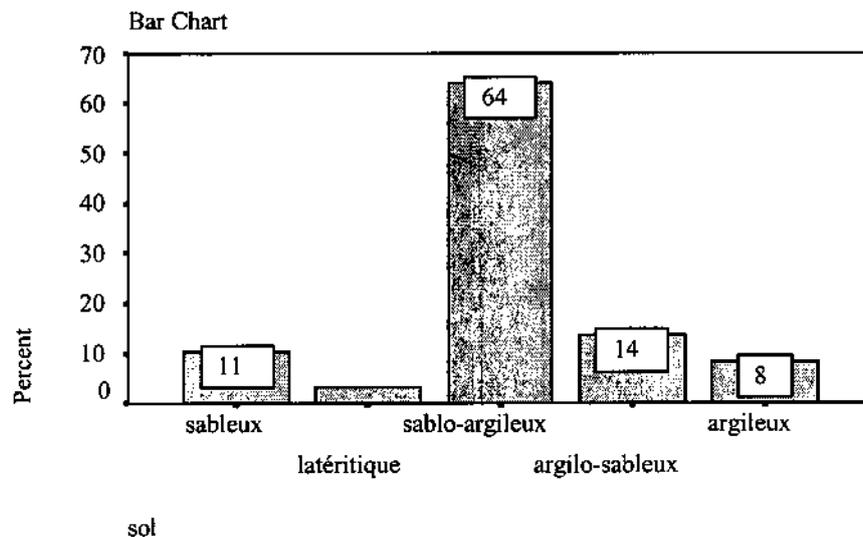


Figure 26 : Répartition des points inondés en fonction du sol

La répartition des points inondés en fonction du type de sol montre que les sables argileux sont les plus inondés avec 64 % des points puis suivent les argiles sableuses (14%), les sables (11 %), les argiles (8 %) et les latérites (3 %).

III.1.2.1.7 Le sous-sol

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 27.

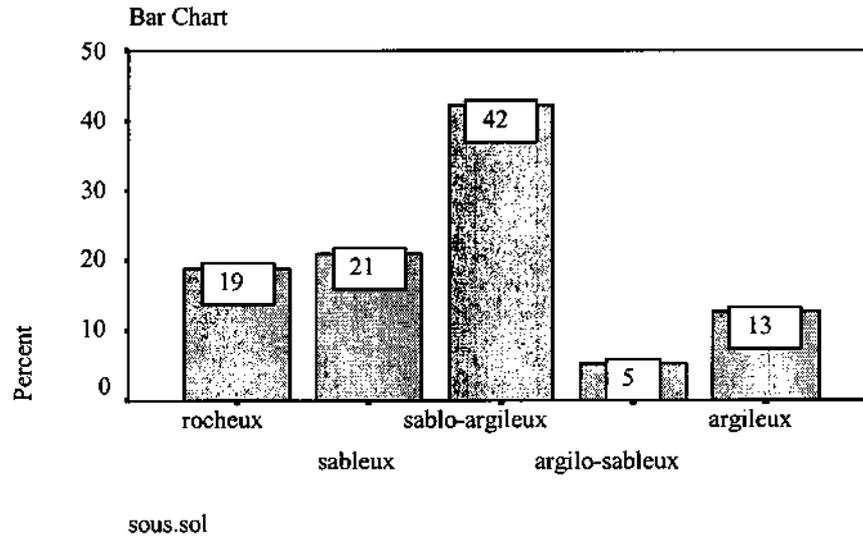


Figure 27 : Répartition des points inondés en fonction du sous-sol

En fonction du type de sous-sol, la répartition des points inondés montre que les sables argileux sont les plus inondés avec 42 % des points ensuite nous avons les sables (21 %), les sous-sols rocheux (19 %), les argiles (13 %) et les argiles sableuses (5 %).

III.1.2.1.8 L'hydrologie

Les variations de ce paramètres sont montrées à la figure 28.

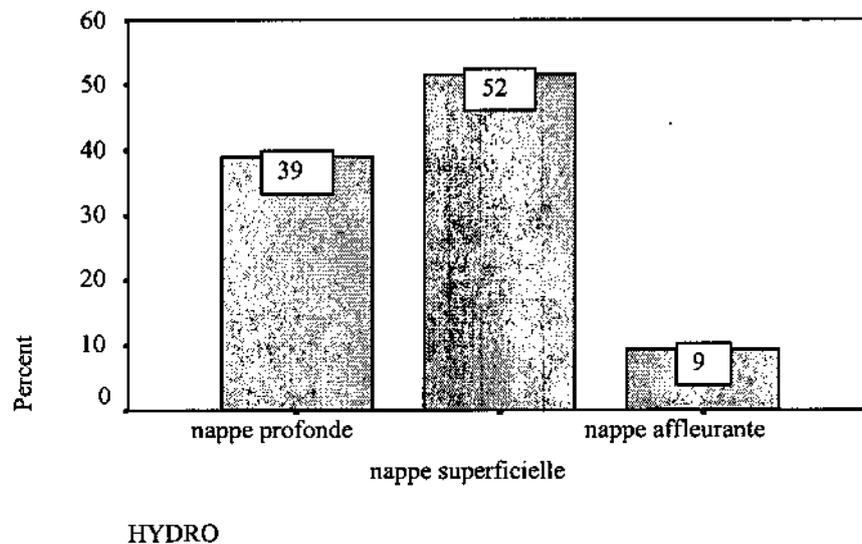


Figure 28 : Répartition des points d'inondation en fonction de l'hydrologie

La répartition des points inondés en fonction de l'hydrologie montre que 52 % des points se trouvent dans des zones à nappe superficielle, 39 % dans des zones à nappe profonde et 9 % dans des zones à nappe affleurante.

III.1.2.1.9 Existence du réseau d'assainissement des eaux pluviales

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 29.

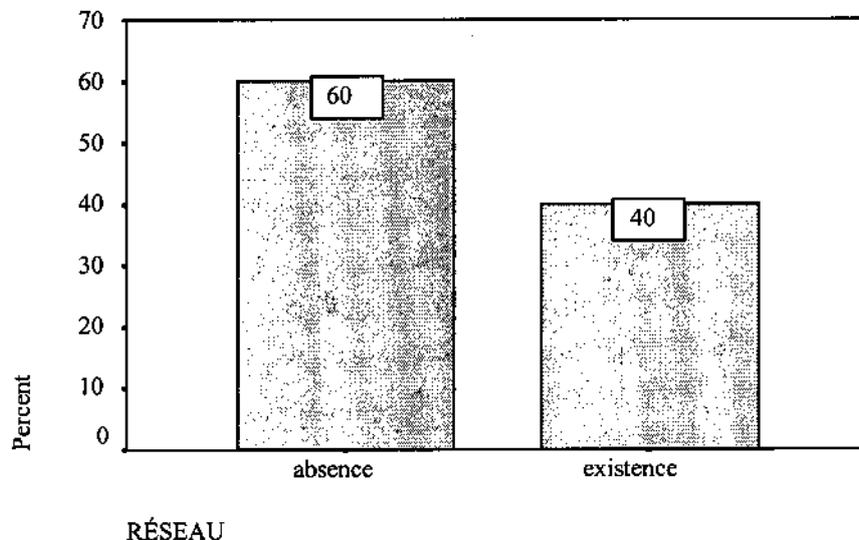


Figure 29 : Répartition des points d'inondation en fonction de l'existence du réseau d'assainissement d'eaux pluviales

La répartition des points d'inondations en fonction du réseau montre que 60 % des points inondés se trouvent dans des zones où le réseau est absent et 40 % dans des zones où le réseau existe.

III.1.2.1.10 La fonctionnalité du réseau

Ce paramètre ne concerne que 40 % des points inondés, c'est à dire ceux où nous avons noté la présence d'un réseau d'assainissement. Les variations sont montrées à la figure 30.

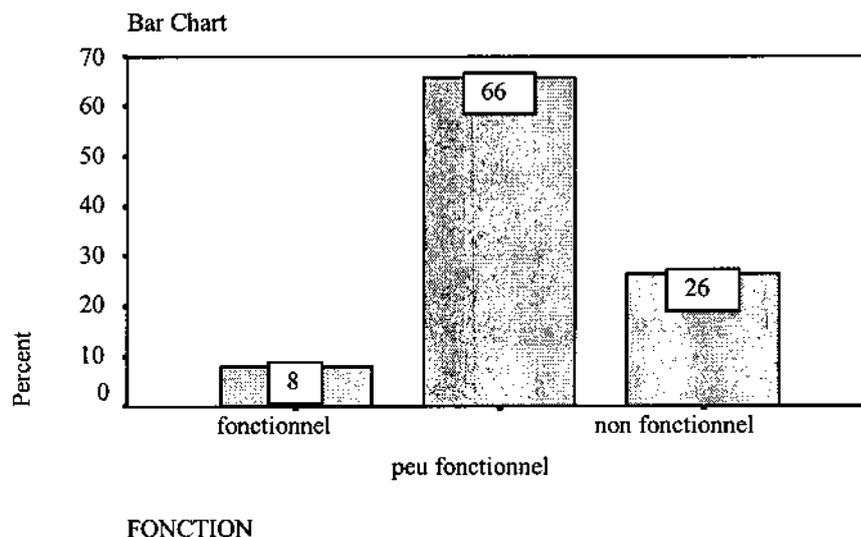


Figure 30 : Répartition des points inondés en fonction de la fonctionnalité du réseau

Dans les zones où le réseau existe, 66 % des inondations se produisent dans des points à réseau peu fonctionnel, 26 % dans des points à réseau non fonctionnel et 8 % dans des points à réseau fonctionnel.

V.1.2.1.11 La végétation

Les variations de ce paramètre sont montrées à la figure 31.

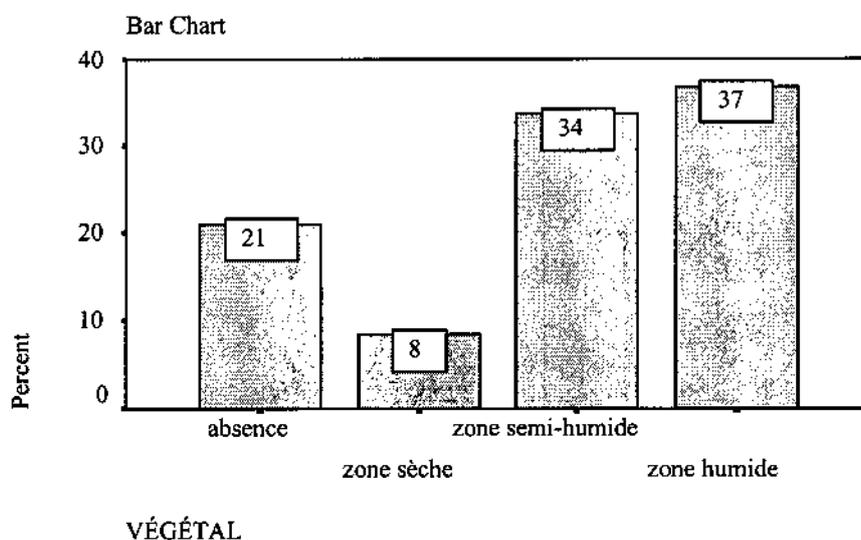


Figure 31 : Répartition des points inondés en fonction de la végétation

En fonction de la végétation, la répartition des points inondés montre que 37 % ont une végétation de zone humide, 34 % une végétation de zone semi-humide, 21 % sont sans végétation et 8 % ont une végétation de zone sèche.

D'une manière générale, le choix des 95 points est validé par le fait que 82 % des lieux étudiés sont bien inondés. La répartition des points d'inondation en fonction des différents paramètres montre une bonne variabilité avec très souvent un contraste assez net suivant les variables respectives. Certaines variables sont très fortement représentées et tournent autour de 50 % tandis que d'autres sont peu représentées avec des fréquences inférieurs à 10 % voire moins de 5 %. Cette variabilité est le symptôme d'une fidélité certaine des critères choisis, ce qui témoigne d'une fiabilité de la méthode. Ce dernier caractère devrait jouer dans le sens de valider les résultats.

Cependant les variations observées peuvent cacher d'autres répartitions en fonction des différentes sous-zones.

III.1.2.2 Variations des paramètres en fonction des sous-zones

Dans cette partie, il s'agira de voir dans quelle mesure la répartition des paramètres d'inondation peut varier dans les différentes sous-zones en fonction du contexte local.

L'étude a montré les résultats suivant :

III.1.2.2.1 Le taux d'inondation

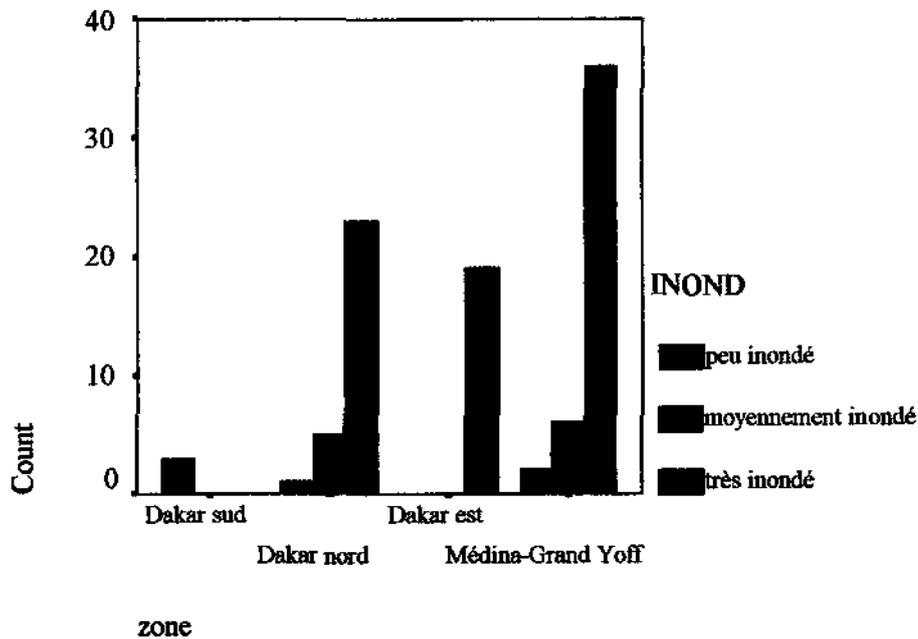


Figure 32 : Taux d'inondation des différentes sous-zones

La répartition des points d'inondation en fonction des sous-zones montre que toutes les sous-zones sont dominées par des points très inondés avec particulièrement Dakar Est où tous les points sont exclusivement très inondés. Seule Dakar Sud fait exception en présentant uniquement des points peu inondés.

III.1.2.2.2 La durée d'inondation

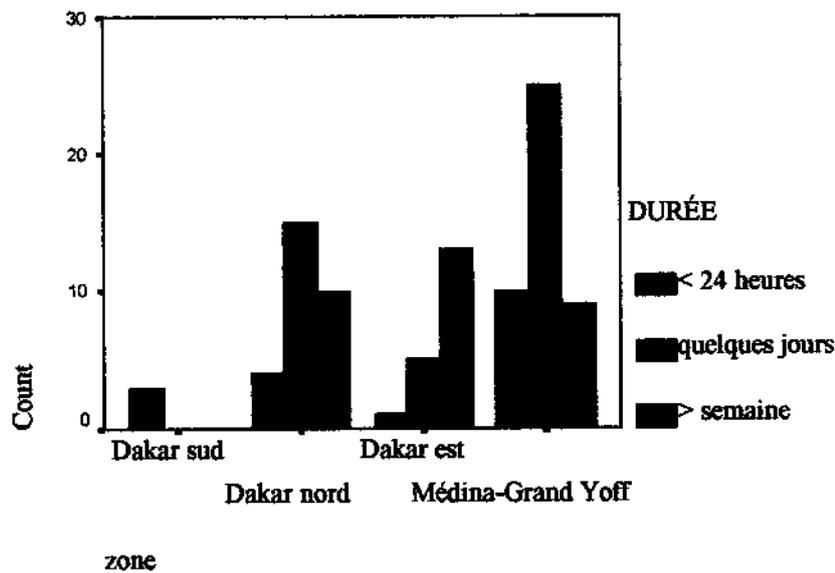


Figure 33 : Durée des inondations en fonction des sous-zones

La durée des inondations est très variable suivant les sous-zones, on distingue :

- Dakar Sud où toutes les inondations durent moins de 24 heures ;
- Dakar Nord dominée par les inondations durant quelques jours avec 52 % de ses points ; 34 % durent plus d'une semaine et 14 % durent moins de 24 heures ;
- Dakar Est dominée par des inondations durant plus d'une semaine avec 68 % des points ; 26 % durent quelques jours et 5 % durent moins de 24 heures ;
- Médina-Grand Yoff où la plupart des inondations durent quelques jours avec 57 % de ses points ; 23 % durant moins de 24 heures et 20 % durant plus d'une semaine.

III.1.2.2.3 L'occupation du sol

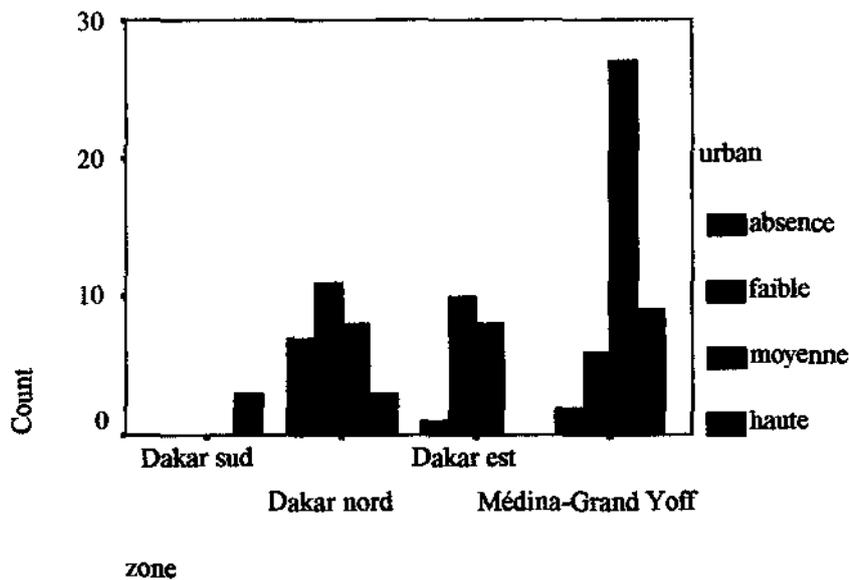


Figure 34 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de l'occupation du sol

La répartition des points d'inondation dans les différentes sous-zones en fonction du taux d'inondation montre :

- pour Dakar Sud les points d'inondation occupent exclusivement des zones de haute occupation du sol ;
- pour Dakar Nord, cette répartition est variable mais est dominée par les points où l'occupation du sol est faible (38 %) ;
- Dakar Est est aussi dominée par les points d'inondation où l'occupation du sol est faible à moyenne avec respectivement 53 % et 42 % ;
- Médina-Grand Yoff est dominée par des points à occupation du sol moyenne (61 %).

III.1.2.2.4 La topographie

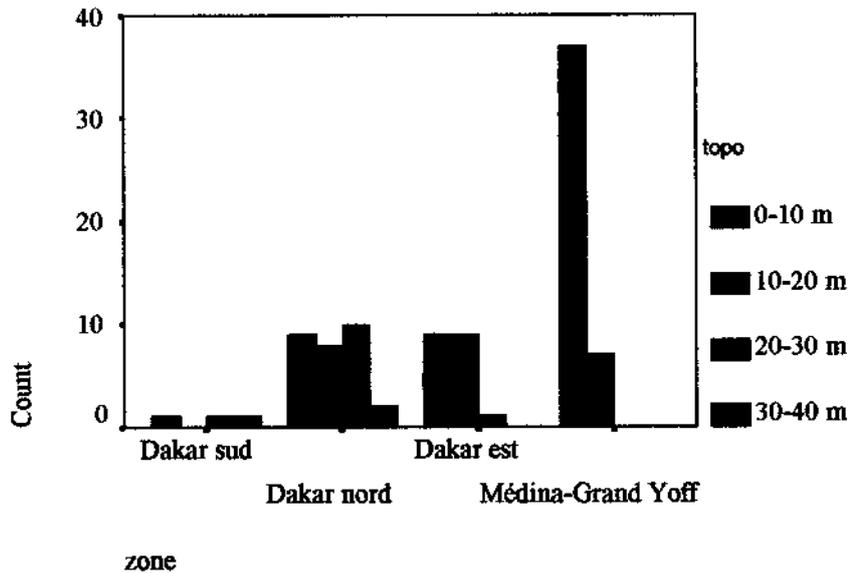


Figure 35 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de la topographie

Selon les différentes sous-zones, la répartition des points inondés en fonction de la topographie montre :

- les inondations se rencontrent pratiquement à toutes les altitudes pour Dakar Sud et pour Dakar Nord mais rarement à des altitudes de 30-40 m ;
- pour Dakar Est, les inondations occupent particulièrement les altitudes basses (0-10 m et 10-20 m) et très rarement les altitudes de 20-30 m ;
- pour Médina-Grand Yoff, les terres basses (0-10 m) sont les plus inondées avec 84 % de ses points et le reste des inondations occupe les altitudes de 10-20 m.

III.1.2.2.6 Le sous-sol

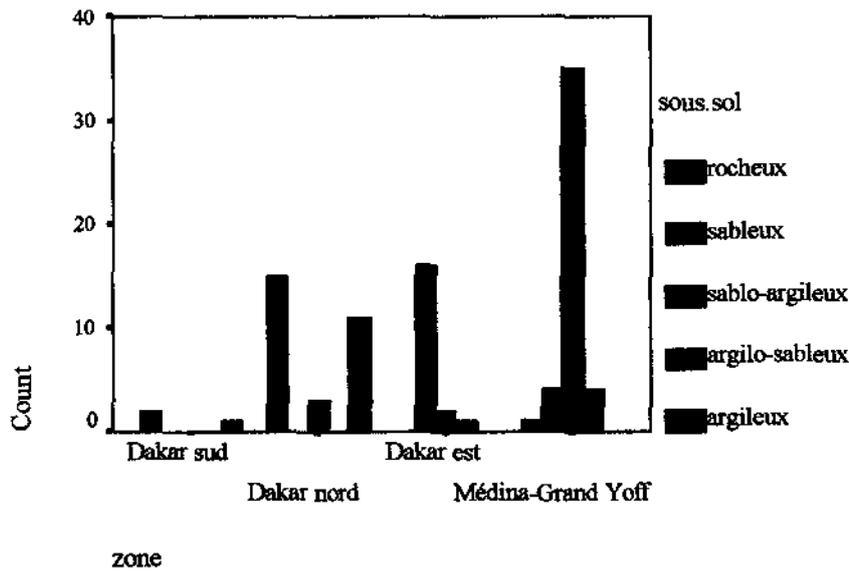


Figure 37 : Répartition des points d'inondation dans les différentes sous-zones en fonction du sous-sol

La répartition des points d'inondation dans les différentes sous-zones en fonction du sous-sol montre :

- pour Dakar Sud, le sous-sol des points inondés est exclusivement rocheux (cuirasse latéritique) ;
- pour Dakar Nord, le sous-sol des points inondés est essentiellement rocheux (basaltique) avec 52 % des points, les argiles et les sables argileux suivent avec respectivement 38 % et 10 % ;
- pour Dakar Est, le sous-sol des points inondés est pour l'essentiel sableux avec 84 % des points, les sables argileux et les argiles sableuses suivent avec respectivement 11 % et 5 % ;
- pour Médina-Grand Yoff, les sables argileux occupent 80 % du sous-sol des points inondés, les sables 9 %, les argiles sableuses 9 % et le sous-sol rocheux (basaltique) 2 %.

III.1.2.2.7 L'hydrologie

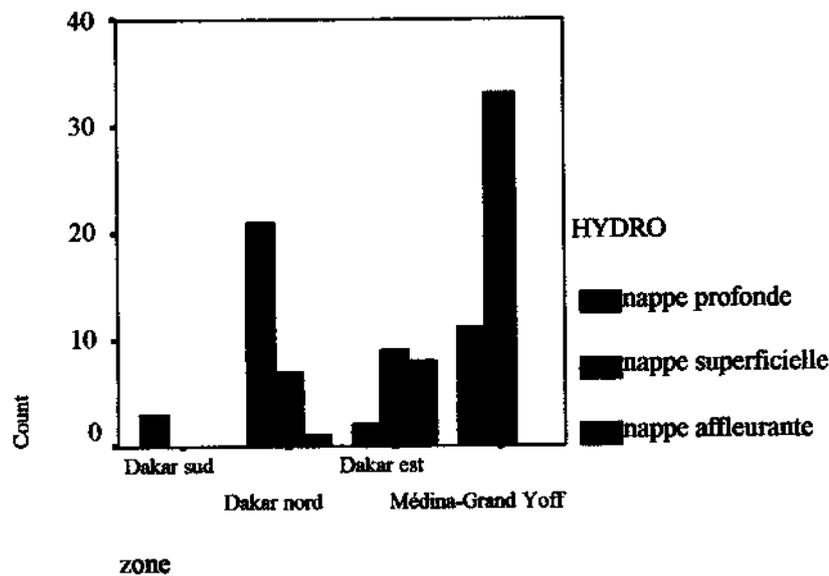


Figure 38 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de l'hydrologie

La répartition des points inondés en fonction de l'hydrologie selon les différentes sous-zones montre :

- pour Dakar Sud, les points inondés se trouvent dans des zones de nappe profonde ;
- pour Dakar Nord, 75 % des points inondés se retrouvent dans des zones à nappe profonde, 24 % dans des zones à nappe superficielle et 4 % dans des zones à nappe affleurante;
- pour Dakar Est, 47 % se retrouvent dans des zones à nappe superficielle, 42 % dans des zones à nappe affleurante et 11 % dans des zones à nappe profonde ;
- pour Médina-Grand Yoff, 75 % des points inondés se retrouvent dans des zones à nappe superficielle et 25 % dans des zones à nappe profonde.

III.1.2.2.8 Existence du réseau d'assainissement des eaux pluviales

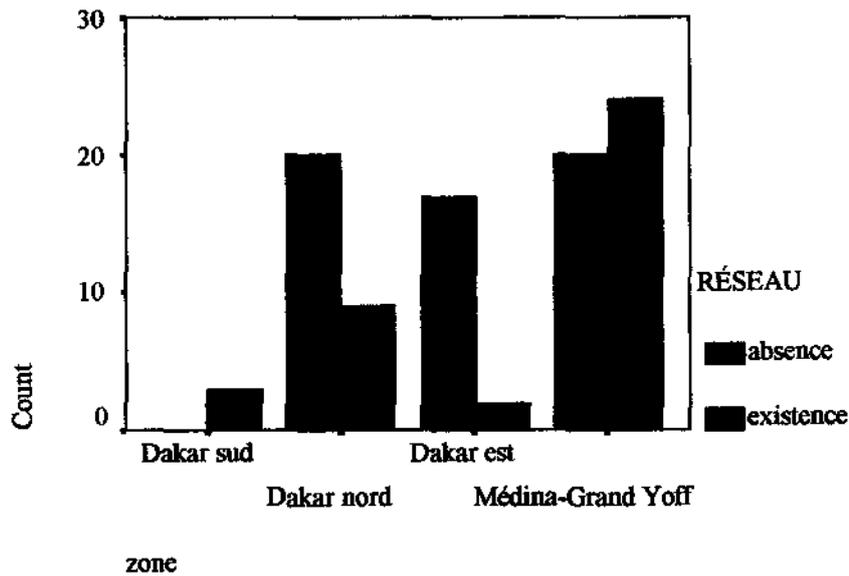


Figure 39 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction du réseau

La répartition des points inondés en fonction du réseau selon les différentes sous-zones montre :

- pour Dakar Sud tous les points inondés se retrouvent dans des zones où le réseau existe ;
- pour Dakar Nord, 69 % des points inondés se retrouvent dans des zones où le réseau est absent et 31 % dans des zones où le réseau existe ;
- pour Dakar Est 89 % des points inondés se trouvent dans des zones où le réseau est absent et 11 % dans des zones où le réseau existe ;
- pour Médina-Grand Yoff, 45 % des points inondés se retrouvent dans des zones où le réseau est absent et 55 % dans des zones à réseau existant.

III.1.2.2.9 La fonctionnalité du réseau

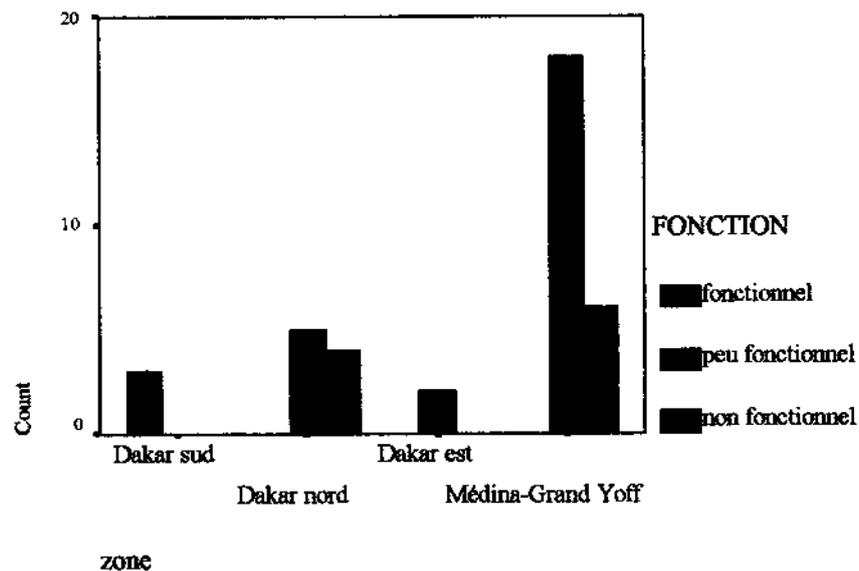


Figure 40 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de la fonctionnalité du réseau

Selon les différentes sous-zones, la répartition des points d'inondation en fonction de la fonctionnalité du réseau montre :

- pour Dakar sud, le réseau est fonctionnel ;
- pour Dakar Nord, le réseau de 56 % des points inondés est peu fonctionnel et le réseau de 44 % des points est non fonctionnel ;
- pour Dakar le réseau des points inondés est non fonctionnel ;
- pour Médina-Grand Yoff, le réseau de 75 % des points inondés est peu fonctionnel et celui de 25 % des points est non fonctionnel.

III.1.2.2.10 La végétation

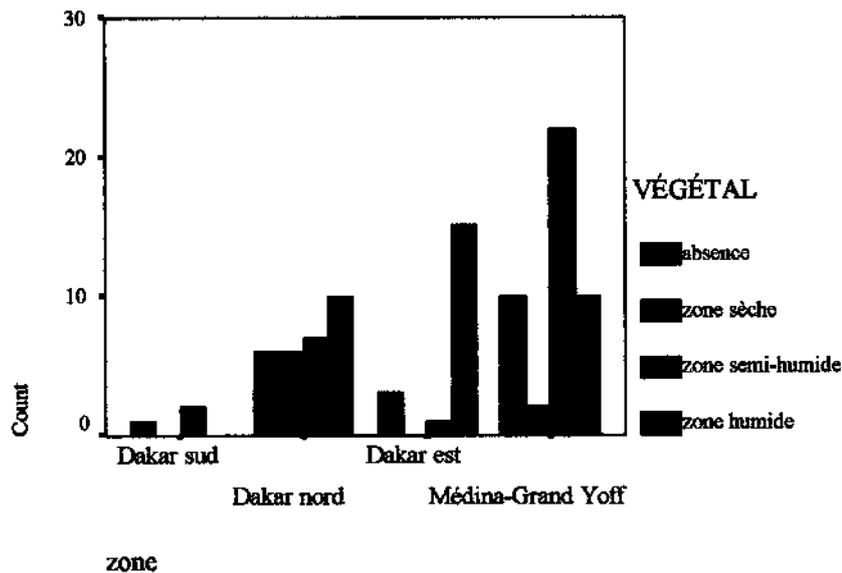


Figure 41 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de la végétation

Selon les sous-zones, la répartition des points inondés en fonction de la végétation montre que la végétation de zone humide domine particulièrement à Dakar Est et à un degré moindre à Dakar Nord. Pour Médina-Grand Yoff par contre, les points inondés sont dominés par la végétation de zone semi-humide.

En matière d'inondation, il apparaît nettement que ce n'est non pas un paramètre mais plusieurs paramètres qui interviennent. La variation globale des paramètres est à elle seule incapable de permettre la détermination de ceux qui sont les plus influents dans une sous-zone. Aussi serait-il judicieux de voir quelle est la relation entre ces différentes variables.

III.1.2.3 Les relations entre paramètres

L'observation des relations entre paramètres a été possible grâce aux croisements. Il existe plusieurs croisements possibles entre les paramètres mais nous allons présenter ceux qui démontrent une probable liaison.

En toute logique, tous les paramètres utilisés ne peuvent être retenus comme déterminants dans les inondations.

Le rôle de la topographie est incontestable du moment où l'eau s'écoule de par son état normal liquide et du fait qu'elle n'échappe pas à la loi de la gravitation universelle. Cet

écoulement inévitable nous laisse penser que l'eau est toujours susceptible de rejoindre le point le plus bas d'un site.

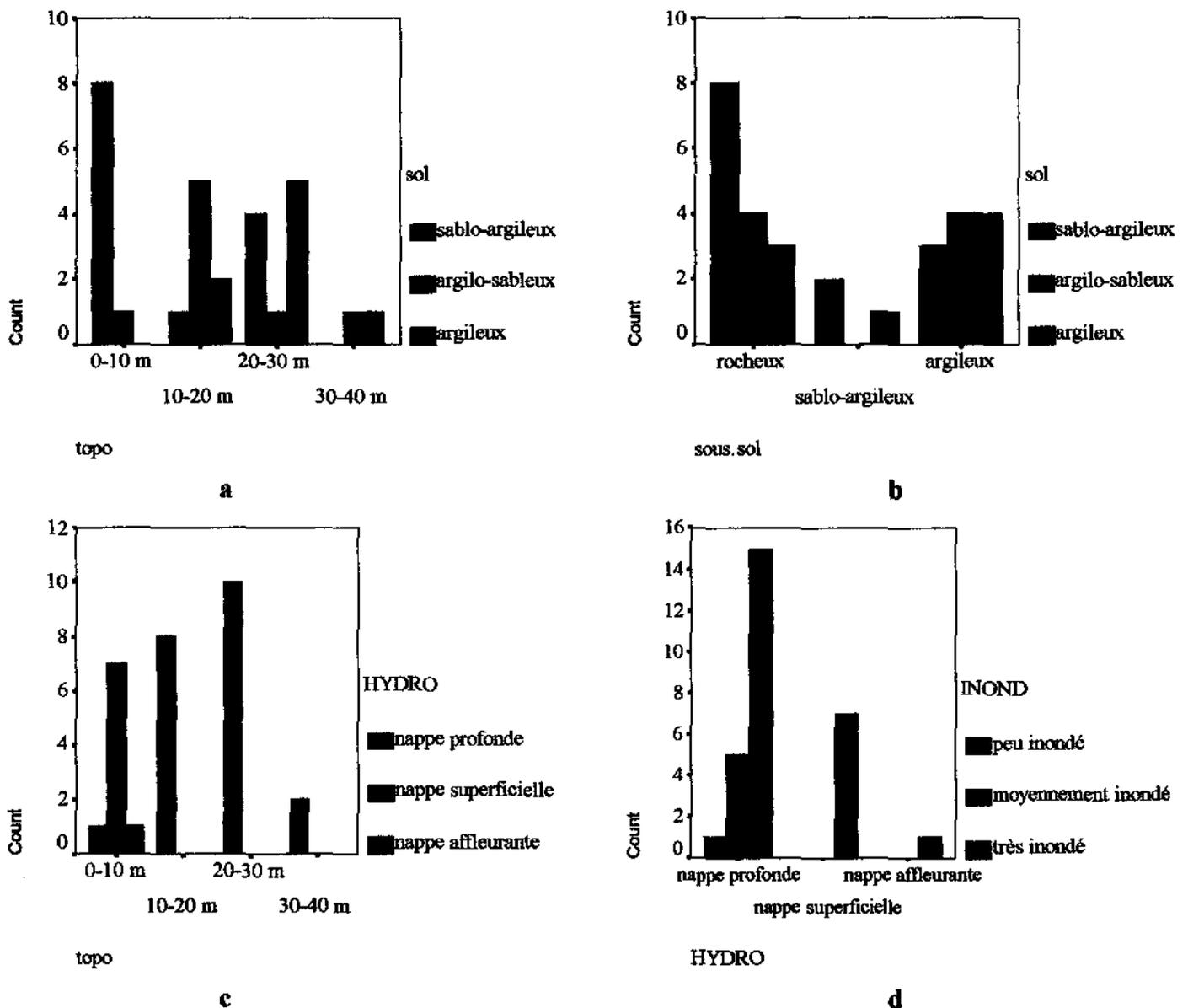
Le taux d'inondation et la durée des inondations ne sont que des constats dont nous devons déterminer les raisons.

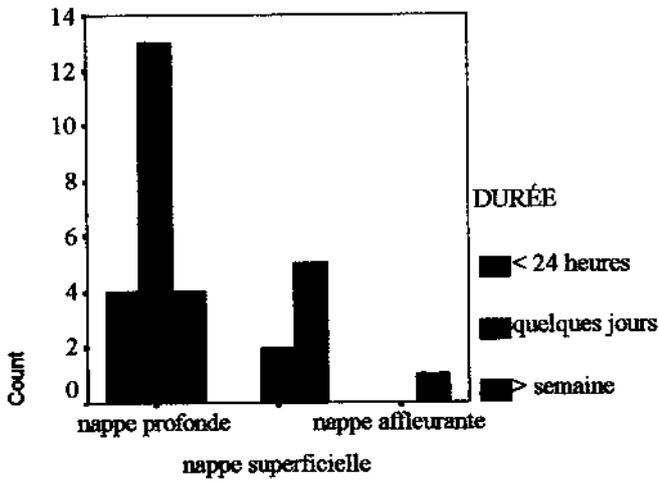
Les paramètres dont nous devons estimer les influences restent donc : l'hydrologie, le sol et le sous-sol, l'occupation du sol, le réseau d'évacuation des eaux pluviales et sa fonctionnalité.

Pour ce faire et à des fins plus pratiques, nous allons présenter les résultats sous-zone par sous-zone.

III.1.2.3.1 Dakar Nord

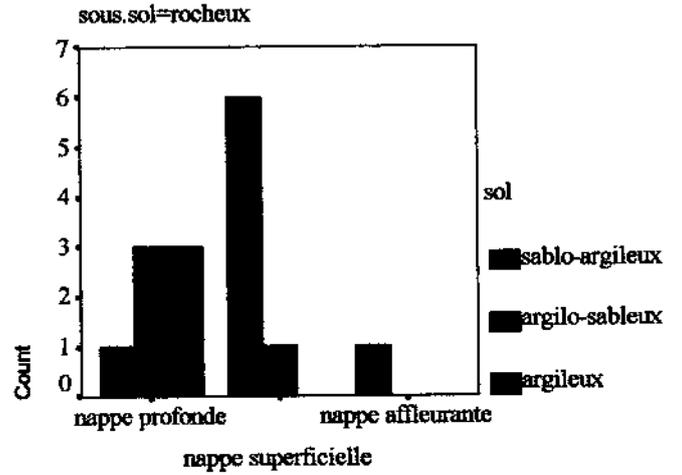
Figure 42 : Relations entre paramètres (Dakar Nord)





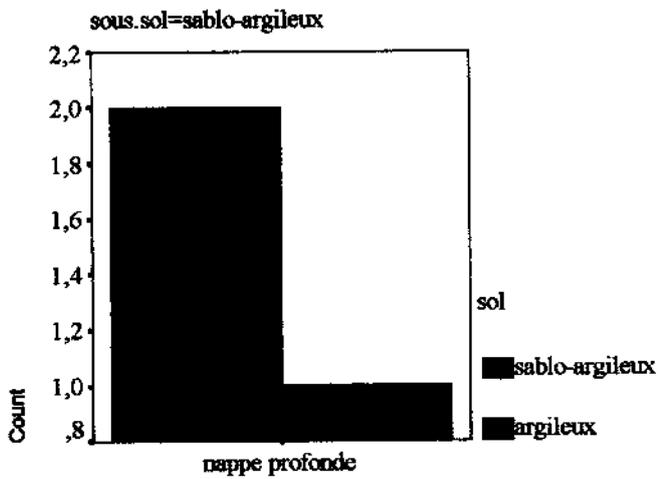
HYDRO

e



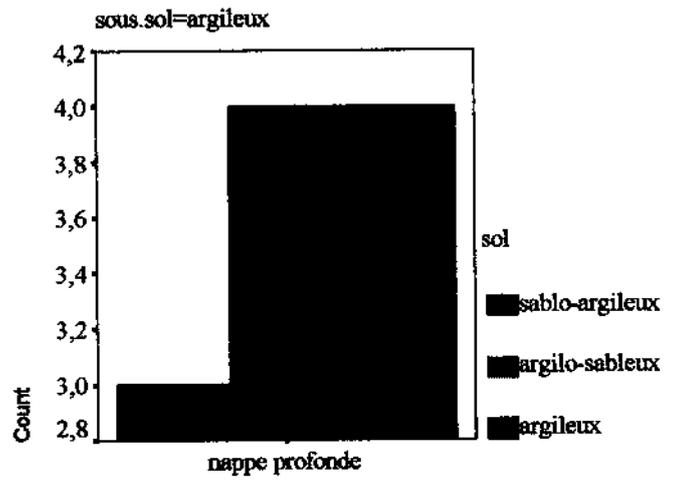
HYDRO

f



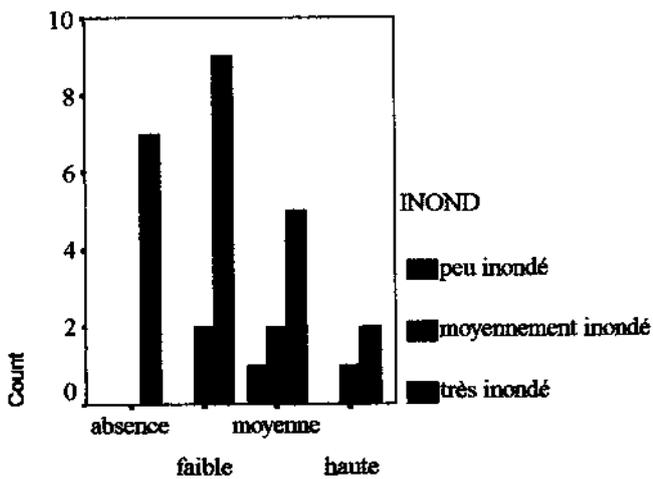
HYDRO

g



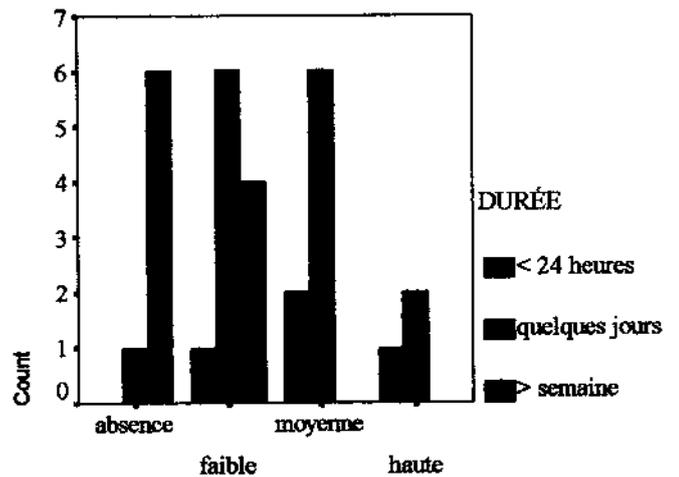
HYDRO

h



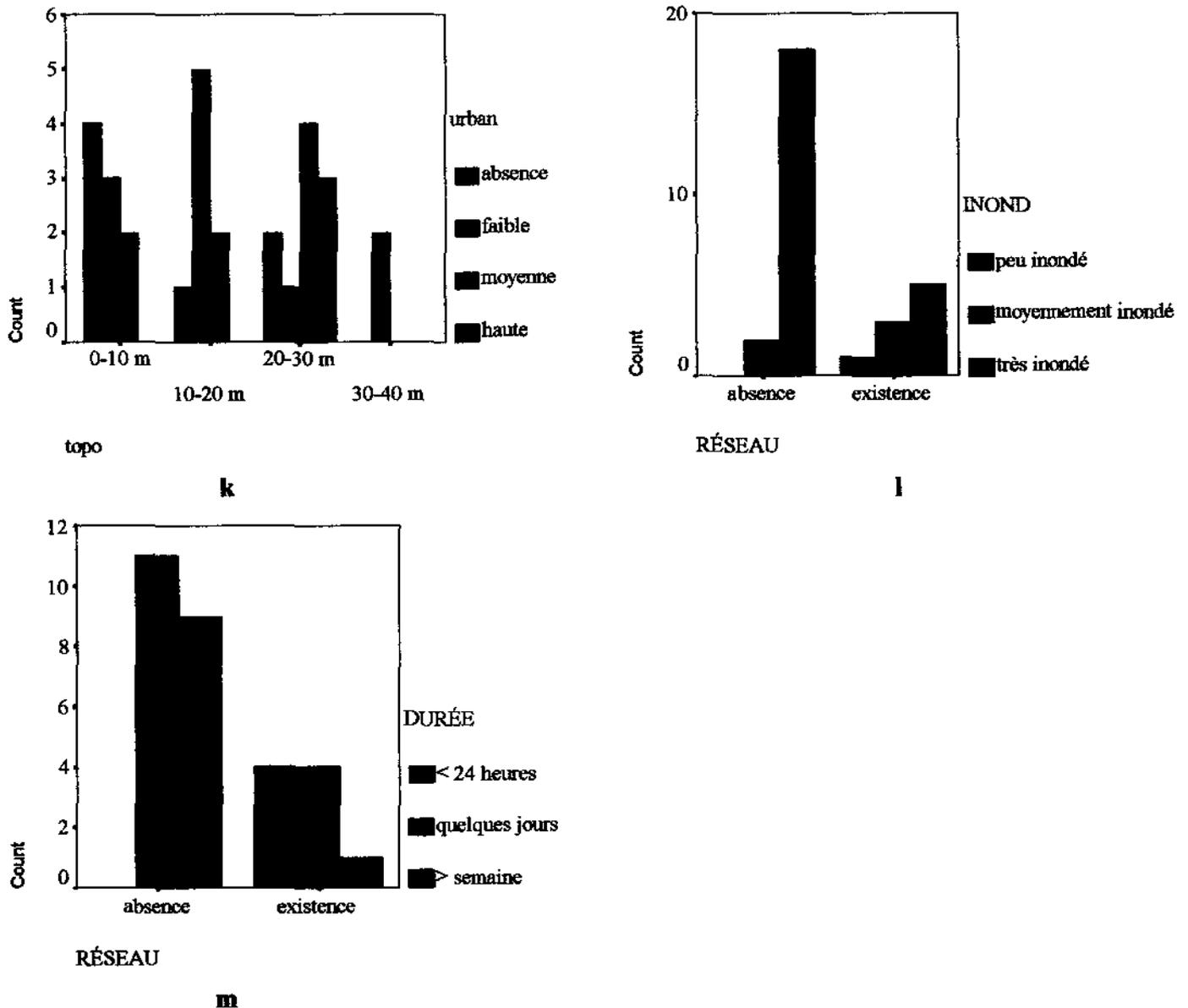
urban

i



urban

j



a. Le sol et le sous-sol

À Dakar Nord, la répartition des points inondés selon le type de sol et les altitudes (figure 42.a) montre que les sables argileux se retrouvent particulièrement dans les altitudes basses (0-10 m) mais aussi à 20-30 m alors que les argiles occupent les hautes altitudes et en particuliers entre 20 et 30 m. Les argiles sableuses se retrouvent à toutes les altitudes mais occupent essentiellement les altitudes basses de 10-20 m.

L'essentiel des sols sablo-argileux inondés reposent sur des formations rocheuses mais aussi sur les argiles. Les argiles et les argiles sableuses reposent majoritairement sur des argiles et on les retrouve également sur les formations rocheuses (figure 42.b). Les sous-sols sablo-argileux comptent peu de points inondés et portent des sols sablo-argileux et argileux.

b. L'hydrologie

À Dakar Nord, les zones inondées à nappe superficielle et à nappe affleurante se retrouvent uniquement dans des altitudes basses situées entre 0 et 10 m (figure 42.c). Ces zones sont toutes très inondées et ont une faible fréquence par rapport aux zones à nappe profonde où les points très inondés dominent largement même si on note des points à inondations faibles et moyennes (figure 42.d).

Les durées des inondations en fonction de la position de la nappe est très variable (figure 42.e). C'est ainsi que les zones à nappe profonde ont la majeure partie de leurs inondations qui dure quelques jours alors que pour les zones à nappe superficielle les inondations durant plus d'une semaine priment sur celles durant quelques jours. Dans les zones où la nappe affleure, elle est exclusivement de longue durée (durée supérieure à une semaine).

En fonction de la nature du sous-sol, on distingue :

- lorsque le sous-sol est rocheux, la nappe affleure uniquement dans des sables argileux ; elle est superficielle aussi bien dans les sables argileux que les argiles sableuses (figure 42.f);
- lorsque le sous-sol est constitué par des sables argileux ou par des argiles, les inondations se produisent toutes dans des zones à nappe profonde (figures 42.g ; 42.h).

c. L'occupation du sol

Les points d'inondation à occupation du sol absente ou faible connaissent un fort taux d'inondation à Dakar Nord contrairement aux zones à occupation du sol moyenne ou élevée (figure 42.i).

Les durées des inondations connaissent également les mêmes tendances, elles sont beaucoup plus importantes dans les zones à occupation du sol absente ou faible (figure 42.j).

Généralement les points inondés des zones sans occupation du sol ou à occupation du sol faible se retrouvent plus souvent dans les basses altitudes exception faite des altitudes variant de 30 à 40 m. Ainsi dans les zones inondées, l'occupation du sol augmentent avec l'altitude (figure 42.k).

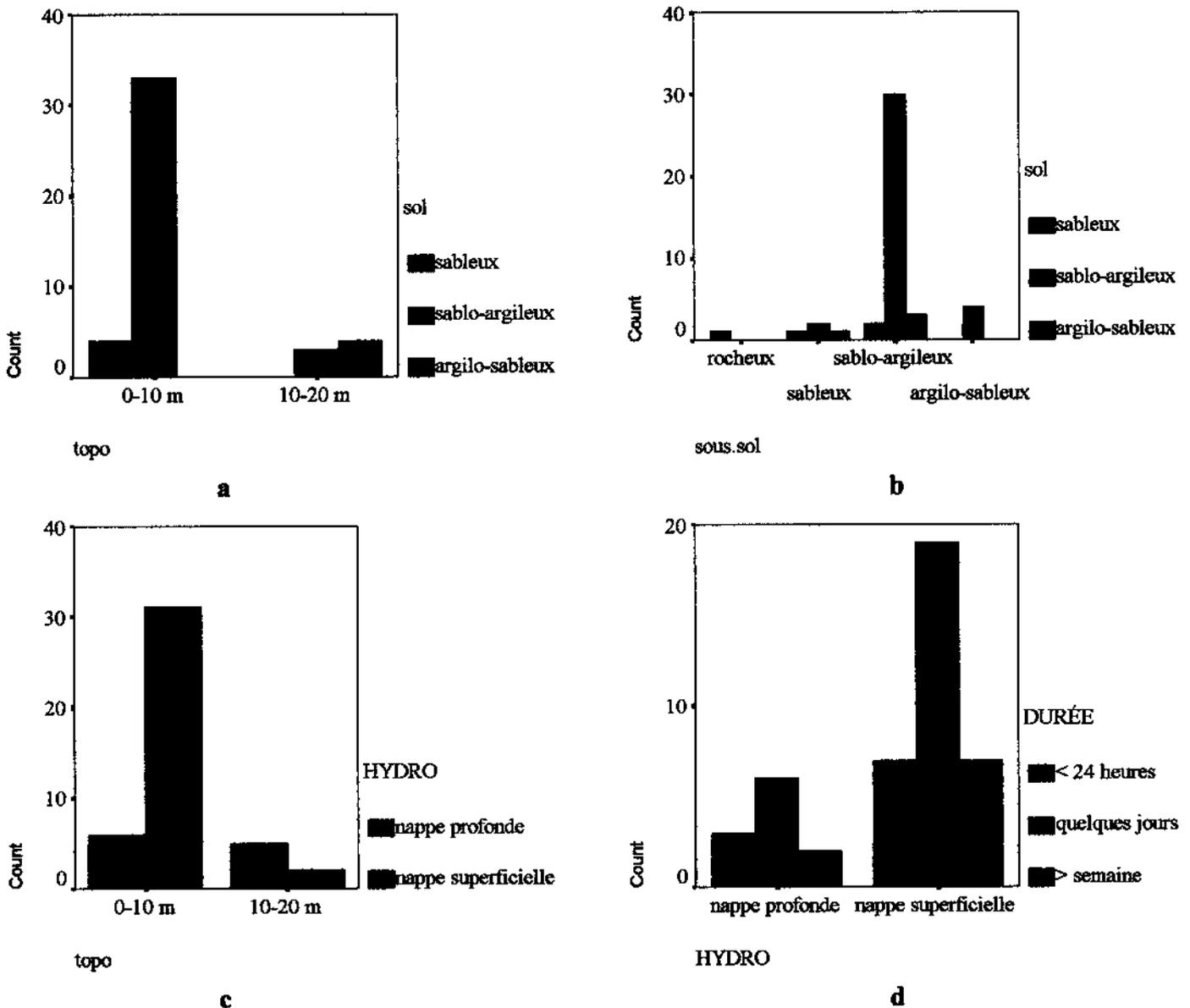
d. Le réseau de drainage des eaux pluviales

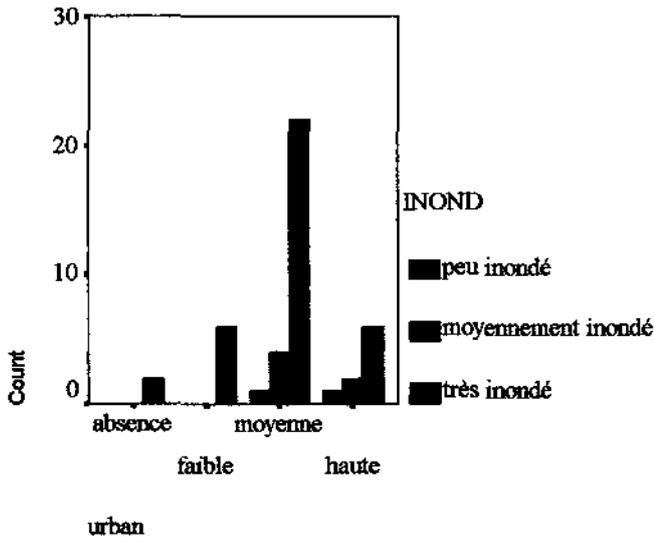
À Dakar Nord, la majeure partie des points inondés ne dispose pas de réseau d'évacuation. 90 % de ces points sont très inondés. Au contraire, aux points où nous notons la présence du réseau, seuls 56 % des points sont très inondés (figure 42.l).

La durée des inondations montre que dans les points sans réseau, 55 % ont une inondation durant plusieurs jours et 45 % durent plus d'une semaine. Dans des points où le réseau existe 44 % des points ont une inondation durant moins de 24 heures, 44 % ont une durée de quelques jours et 12 % ont une inondation durant plus d'une semaine (figure 42.m).

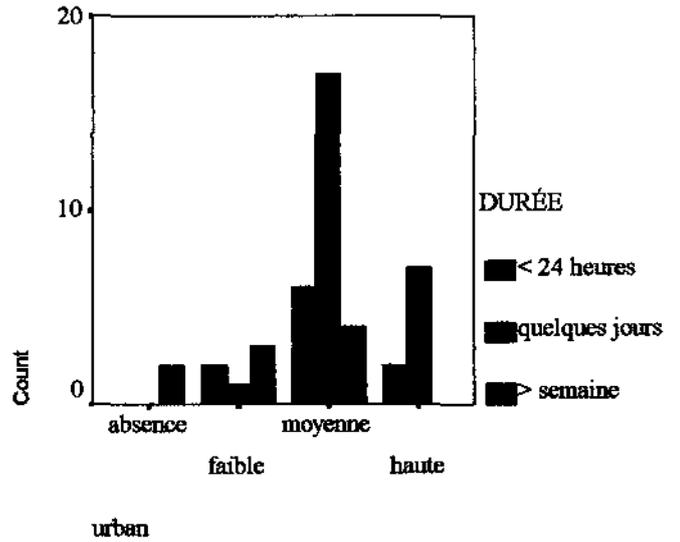
III.1.2.3.2 Médina-Grand Yoff

Figure 43 : Relations entre paramètres (Médina-Grand-Yoff)

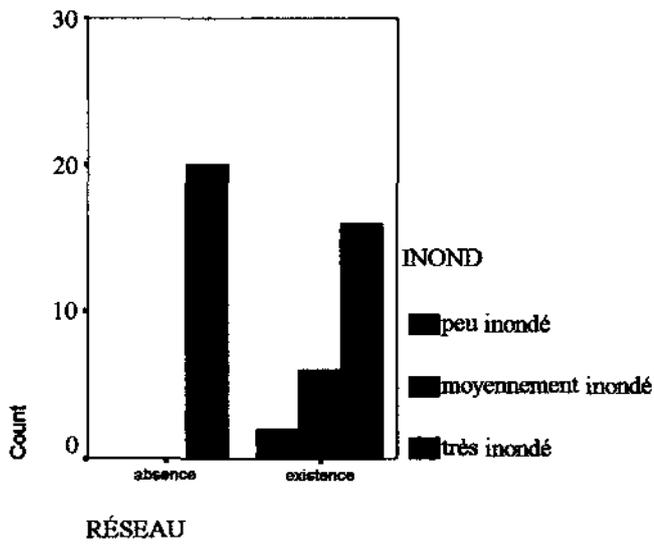




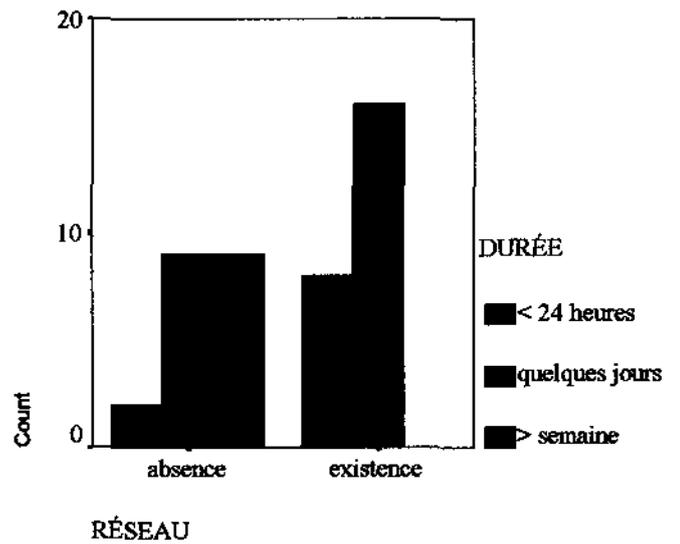
e



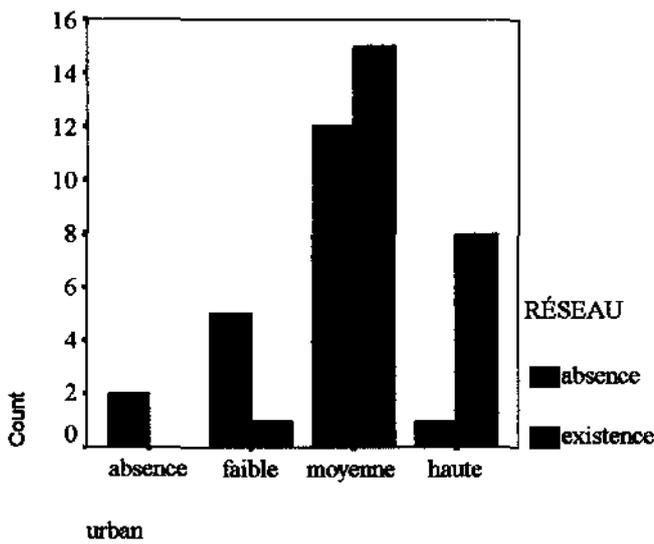
f



g



h



i

a. Le sol et le sous-sol

Au niveau de la sous-zone de Médina-Grand Yoff, le sol des points inondés est largement dominé par des sables argileux et qui occupent surtout les altitudes variant de 0 à 10 m. Entre 10 et 20 m les sols des points inondés sont essentiellement constitués par des argiles sableuses (figure 43.a).

Le sous-sol des points inondés de Médina-Grand Yoff est essentiellement constitué par des sables argileux qui sont essentiellement surmontés par des sables argileux mais également par des argiles sableuses et des sables à un moindre degré. Les sables argileux surmontent également des argiles sableuses et les sables (figure 43.b).

b. L'hydrologie

La répartition des points d'inondation en fonction de l'altitude et de la position de la nappe (figure 43.c) montre :

- pour des altitudes comprises entre 0 et 10 m, 84 % des points inondés se trouvent dans des zones où la nappe est superficielle et 16 % dans des zones à nappe profonde ;
- pour des altitudes comprises entre 10 et 20 m 71 % des points inondés se retrouvent dans des zones à nappe profonde contre 29 % dans des zones à nappe superficielle.

Ces points sont très inondés et leur durée d'inondation est majoritairement de quelques jours (58 % des points situés dans des zones à nappe superficielle et 55 % des points situés dans des zones à nappe profonde (figure 43.d)).

c. L'occupation du sol

À Médina-Grand Yoff, 61 % des points inondés se trouvent dans des zones à occupation du sol moyenne, 20 % dans des zones à haute occupation du sol, 14 % dans des zones à occupation du sol faible et 5 % dans des zones à occupation du sol absente.

La plupart de ces points sont très inondés surtout dans des zones à occupation du sol faible ou absente où les durées d'inondation sont plus importantes (figures 43.e ; 43.f).

d. Le réseau de drainage des eaux pluviales

À Médina-Grand Yoff la majeure partie des points inondés se trouve dans des zones où on note la présence d'un réseau de drainage des eaux pluviales. Au niveau des points où le

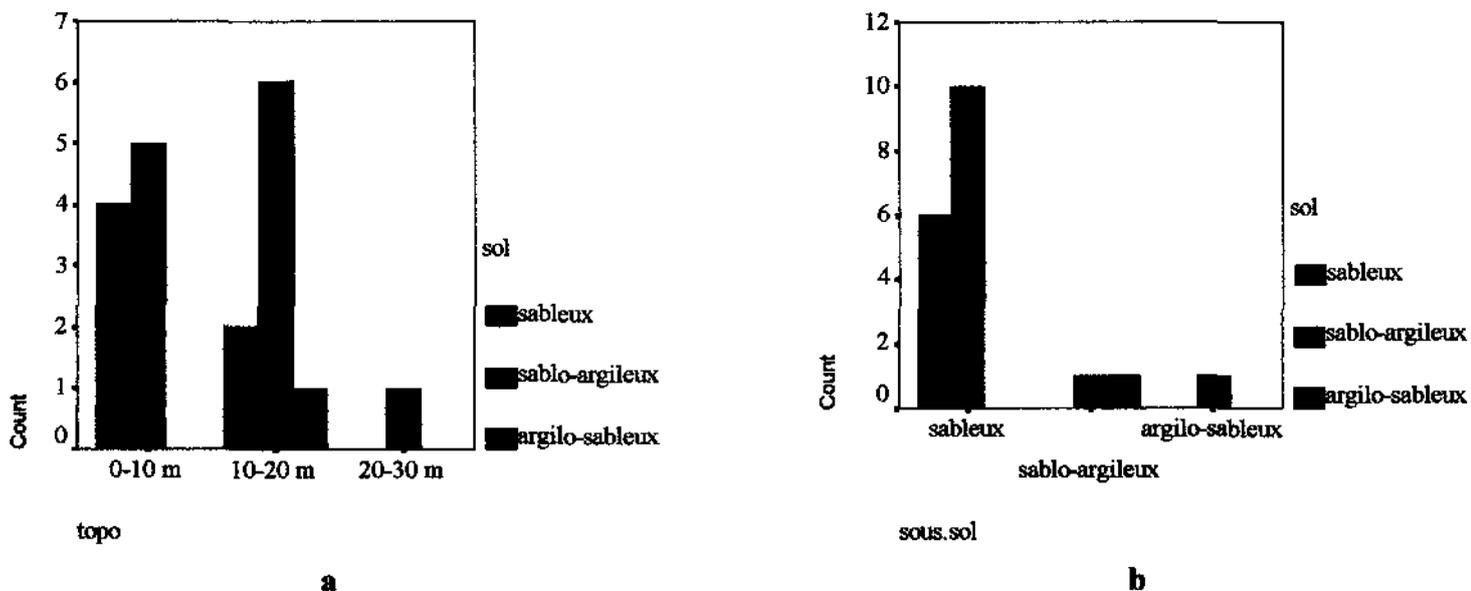
réseau est absent, tous les points sont très inondés alors que dans les zones avec présence d'un réseau 67 % des points sont très inondés (figure 43.g).

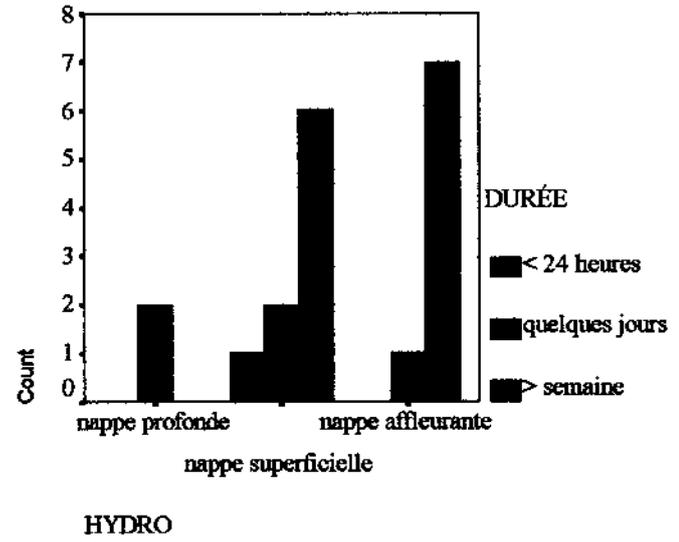
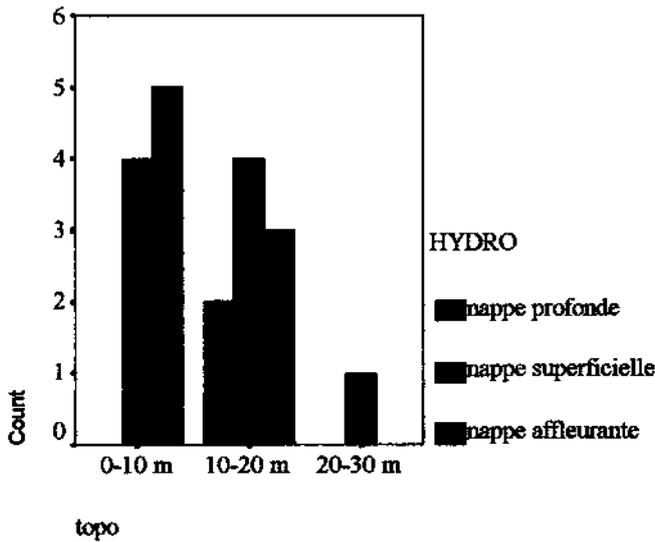
La durée d'inondation est beaucoup plus importante dans les zones où le réseau est absent avec 45 % des inondations qui durent plus d'une semaine, 45 % qui durent quelques jours et 10 % qui durent moins de 24 heures alors que dans les points inondés des zones avec présence de réseau nous avons 67 % de ces points qui durent quelques jours et 33 % qui ont une durée inférieure à 24 heures (figure 43.h).

La présence du réseau est plus notable dans les zones hautement urbanisées et moyennement urbanisée avec respectivement 89 % et 56 % de leurs points d'inondation que les points d'inondations dans les zones faiblement urbanisées ou à occupation du sol absente en sont pratiquement dépourvues (figure 43.i).

III.1.2.3.3 Dakar Est

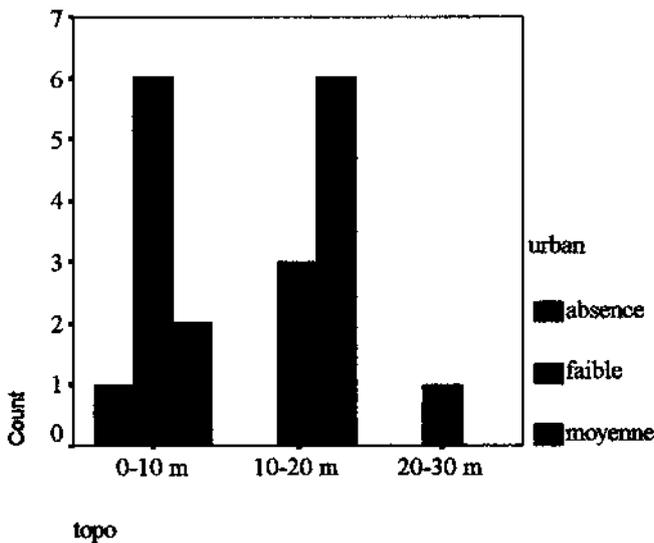
Figure 44 : Relations entre paramètres (Dakar Est)





c

d



e

a. Le sol et le sous-sol

La répartition des points inondés en fonction du type de sol montre qu'à Dakar Est la plupart des points inondés est constituée par des sables argileux et des sables qui occupent les altitudes variant de 0 à 20 m avec une plus grande fréquence des sables dans les altitudes variant de 0 à 10 m (figure 44.a). Ces formations reposent essentiellement sur des sables (figure 44.b).

b. L'hydrologie

La répartition des points inondés en fonction de l'altitude et de la position de la nappe (figure 44.c) montre :

- dans les basses altitudes (0-10 m) 56 % des points d'inondation se trouvent dans des zones où la nappe affleure et 44 % dans des zones à nappe superficielle ;
- pour des altitudes variant entre 10 et 20 m, 44 % des points se trouvent dans des zones à nappe superficielle, 33 % dans des zones à nappe affleurante et 22 % dans des zones à nappe profonde ;
- à des altitudes variant entre 20 et 30 m, tous les points se trouvent dans des zones à nappe superficielle.

La durée des inondations est essentiellement importante (supérieure à une semaine), notamment pour les points se situant dans des zones à nappe affleurante et à nappe superficielle par contre dans les zones à nappe profonde elle est de quelques jours (figure 44.d).

c. L'occupation du sol

À Dakar Est, la plupart des points d'inondation se trouve dans des zones à occupation du sol faible à moyenne.

La répartition des points en fonction de l'occupation du sol et de l'altitude (figure 44.e) montre :

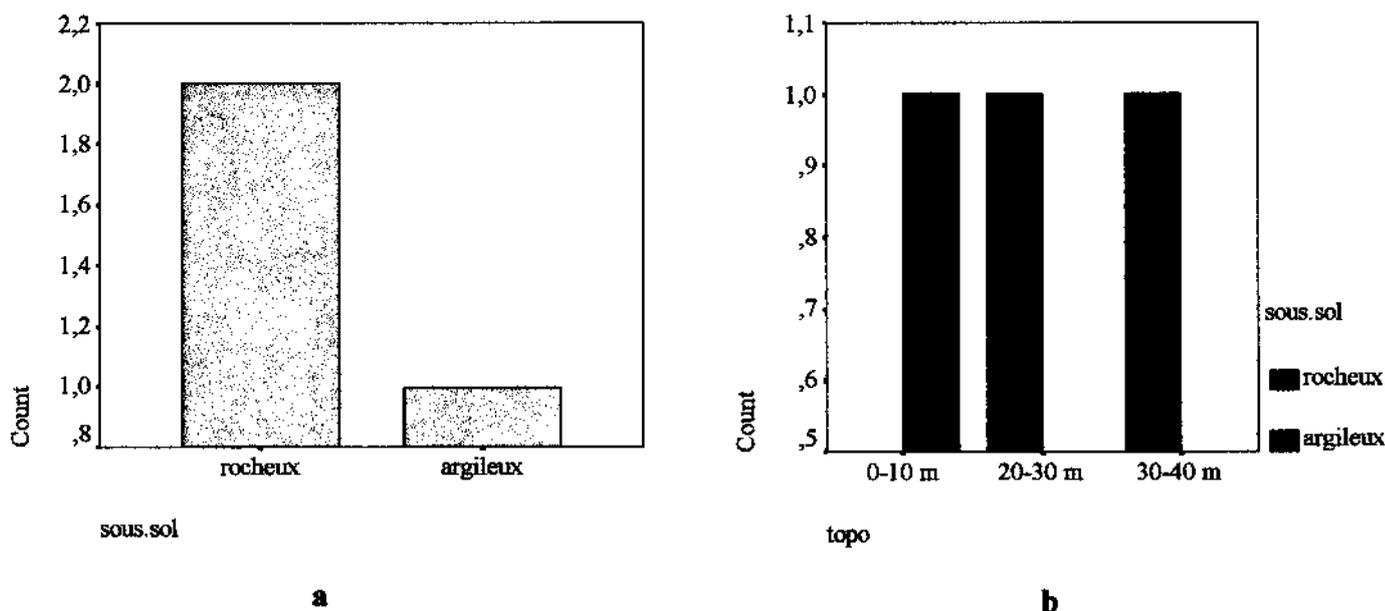
- à des altitudes variant entre 0 et 10 m, nous avons 67 % des points qui se trouvent dans des zones à occupation du sol faible, 22 % dans des zones à occupation du sol moyenne et 22 dans des zones de haute occupation du sol ;
- à des altitudes variant entre 20 et 30 m, nous avons 67 % des points d'inondation qui se trouvent dans des zones à occupation du sol moyenne et 33 % dans des zones de faible occupation du sol ;
- à des altitudes variant entre 20 et 30 m les points sont dans des zones à faible occupation du sol.

d. Le réseau de drainage des eaux pluviales

À Dakar Est, pratiquement tous les points se retrouvent dans des zones où nous ne notons pas la présence d'un réseau de drainage. Dans les points où nous notons la présence d'un réseau, celui est peu fonctionnel.

III.1.2.3.4 Dakar Sud

Figure 45 : Relations entre paramètres (Dakar Sud)



a. Le sol et le sous-sol

À Dakar Sud les sols des points inondés sont essentiellement constitués par de la latérite (figure 36). Ce sol latéritique repose essentiellement sur un sous-sol rocheux et plus rarement argileux (figure 45.a). Le sous-argileux se retrouve essentiellement dans les basses altitudes (figure 45.b)

b. L'hydrologie

À Dakar Sud tous les points inondés se trouvent dans des zones à nappe profonde (figure 38).

c. L'occupation du sol

À Dakar Sud tous les points se trouvent dans des zones à haute occupation du sol.

d. Le réseau de drainage des eaux pluviales

À Dakar Sud tous les points inondés se trouvent dans des zones où nous notons la présence d'un réseau de drainage et celui-ci est fonctionnel.

Les analyses faites suivant les différentes sous-zones montrent bien que la représentativité des paramètres est bien différente. Au sein même de ces sous-zones les paramètres montrent aussi une bonne variabilité qui devient plus précise avec les croisements. Ces derniers montrent bien que certains paramètres auraient une liaison.

III.2 INTERPRETATION

L'interprétation des résultats va permettre de donner une explication à propos des variations observées. Pour ce faire nous allons aborder le problème suivant deux volets : en premier lieu la géologie et ensuite l'aménagement.

III.2.1 LA GEOLOGIE

Au vu des résultats et à l'échelle du secteur d'étude, les inondations semblent être en liaison avec la présence de zones situées à basses altitudes dans un contexte géologique caractérisé par la présence de sables argileux. L'influence de la nappe phréatique semble non négligeable puisque cumulativement 63 % des points se trouvent dans des zones où la nappe est superficielle à affleurante.

Cependant cette évolution ne se retrouvent pas forcément à l'échelle des différentes zones où chacune se distingue par sa particularité.

III.2.1.1 Dakar Sud

Dakar Sud est une zone très peu affectée par les inondations. Cette zone n'est concernée que par 3 % des points inondés et ceux ci sont peu étendus et de courte durée. Les zones inondées sont les zones basses du Port de Dakar et au niveau de quelques points dans le centre ville à des altitudes plus élevées.

En effet Dakar Sud est une zone assez élevée formant un plateau qui surplombe brutalement la mer de 30 à 40 m. C'est plus précisément un horst, raison pour laquelle les pentes sont assez élevées. Cette topographie favorise l'écoulement des eaux.

Le soubassement de Dakar Sud est essentiellement constitué par des marnes, ces roches, à cause de leur nature argileuse, ne permettent pas d'emmagasiner de l'eau. De ce fait, cette zone ne renferme pas de nappe aquifère cependant, les failles présentes à ce niveau constituent des zones de circulation préférentielle des eaux souterraines.

III.2.1.2 Dakar Nord

Dakar Nord renferme 31 % des points inondés. Ces points se retrouvent à différentes altitudes notamment entre 0 et 30 m. Il faut dire que la topographie de cette zone montre un domaine relativement élevé autour des Mamelles avec une altitude moyenne variant de 30 à 40 m et formant des falaises sur la façade ouest. De part et d'autre de ces collines, nous avons l'altitude qui baisse atteignant 0 m au Nord.

Cette zone forme également un horst dont la morphologie est accentuée par la formation d'un cône volcanique daté du Quaternaire et constitué par des basaltes et des produits pyroclastiques.

La topographie fait que les points inondés se retrouvent dans les domaines suivants:

- au Sud de la zone, les points inondés se retrouvent au niveau de l'Université Cheikh Anta DIOP et dans ses environs immédiats au niveau du quartier du Point E vers le Canal IV. Cette région est la plus basse vers le Sud et l'altitude tourne autour de 10 m ;
- au Nord de la zone les points se répartissent dans deux domaines :
 - En contrebas des Mamelles, les points inondés forment alors un chapelet tout autour des collines. C'est à ce niveau qu'on retrouve le quartier de Ouakam. La particularité topographique est que la zone de Ouakam est constituée par un bassin d'effondrement tectonique fermé culminant à des altitudes variant de 25 m à 30 m ;
 - le NW qui est constitué par une plaine dont l'altitude est inférieure à 2 m et atteint même 0 m à l'extrême NW ; c'est aussi un bassin d'effondrement tectonique.
- la région centrale située sur des zones en pente ne semblent pas, à part quelques rares points, très affectée par les inondations.

Les eaux de ruissellement dévalent les pentes pour se retrouver au niveau des points bas où le sol est constitué par des sables argileux. Les causes sont à chercher dans la géologie même de cette région. Le sous-sol de Dakar Nord est constitué par des basaltes qui sont imperméables sauf en cas de présence de fractures. Les basaltes connaissent une très grande extension et recouvrent une superficie de plus de 80 km². Ces basaltes présentent en surface un débit en boules avec comme produit d'altération des argiles, essentiellement de la montmorillonite et de la kaolinite (Mellet (1993)). La kaolinite résulte de la déstabilisation des plagioclases tandis que les minéraux ferro-magnésiens (olivine, pyroxène, amphibole) donnent naissance à la montmorillonite.

Lors des précipitations, une partie de ces argiles est lessivée et déposée au niveau des dépressions et des zones basses où s'accumulent également des sables continentaux. Les argiles lessivées et celles sous-jacentes contaminent alors les sables donnant des sables argileux ou des argiles sableuses suivant les teneurs en argiles. La présence de ces argiles dans les sables provoquent une baisse de la perméabilité, il en résulte alors une stagnation des eaux.

Par ailleurs, l'imperméabilité des basaltes fait que les sables argileux qui les surmontent peuvent par endroit acquérir une fonction d'aquifère. C'est le cas des nappes aquifères suprabasaltiques. Ce phénomène peut être observé au niveau de la partie NW de Dakar Nord. Cette région est une plaine basse qui en plus de la présence de la nappe est également sujette aux incursions marines très fréquentes d'où une longue durée des inondations.

En plus des nappes suprabasaltiques, Dakar Nord renferme la nappe infrabasaltique mais l'influence de cette nappe dans les inondations n'est pas probable dans la mesure où la nappe est captive sous les basaltes et que son alimentation ne s'effectue pas dans cette région.

III.2.1.3 Médina-Grand Yoff

La zone de Médina-Grand Yoff est concernée par 46 % des points d'inondation. Cette zone constitue une vaste plaine basse. Il s'agit en fait d'un large graben orienté généralement SW-NE dont les altitudes les plus basses (altitudes inférieures à 10 m) sont localisées au Sud (Médina et alentours). Au Nord, les altitudes varient entre 20 m et 30 m au niveau des dunes de Grand Yoff. Les points d'inondations sont alignés suivant l'orientation du graben.

Le graben est occupé par des sables quaternaires mais ces derniers ne présentent pas un caractère homogène. Dans la région sud (Médina et alentours), ces sables sont le plus souvent argileux. Selon P. G. LO et M. B. DIOP (2000) les argiles seraient lessivées des zones hautes (horsts) durant la saison des pluies et les courants d'eau les auraient déposées dans ces zones basses. Durant la saison sèche, les sables dunaires et les sables argileux se déposent. Ces dépôts alternatifs selon les saisons donneraient des intercalations de sables, sables argileux et d'argiles. Ces différents dépôts ont entraîné la formation de niveaux aquifères perchés sur les couches imperméables d'argiles. Un autre dépôt d'argiles entraîne alors un confinement des aquifères et leur présence n'est généralement décelée qu'au niveau des zones de faille ou à proximité de l'océan.

Si les sables argileux sont très communs dans la partie Sud du secteur (Médina et alentours), ils sont localisés au Nord, au niveau des dunes de Grand Yoff, dans les espaces interdunaires.

Ces accumulations d'argiles ont pour conséquence d'entraîner un colmatage des pores au niveau des sables d'où une réduction de la perméabilité des sols au niveau du graben. Ceci se traduit par une baisse de la percolation des eaux qui ont alors tendance à stagner.

Dans la zone de Médina-Grand Yoff, la nappe phréatique est très superficielle et se retrouve à des profondeurs inférieures à 3 m. C'est la nappe des sables infrabasaltiques qui continue dans cette zone sauf qu'elle n'est plus recouverte par les basaltes ; elle est donc dénuée de toute protection naturelle.

En certains points, le niveau de la nappe est inférieur à 50 cm, notamment au niveau de la partie sud de cette zone.

III.2.1.4 Dakar Est

Dakar Est est concernée par 20 % des points d'inondation. C'est une zone basse à relief dunaire. L'altitude est en dessous de 0 m en certains points dépressifs. C'est dans cette zone que nous retrouvons un paysage typique appelée « Niayes » (terres basses entre les dunes de sable) qui ont généralement une orientation SW-NE.

La plus large dépression est La Grande Niaye qui s'étend entre Pikine et Dakar. Les autres dépressions sont de taille plus modeste. Ces bandes de terre basses sont pour la plupart entourées de longues dunes de sable qui se développent le long du rivage. Elles forment alors des bassins fermés sans ouverture sur l'océan ou sur d'autres bassins.

Les points d'inondations au niveau de Dakar Est sont localisés dans les espaces interdunaires où ils se caractérisent par une grande extension et de longues durées. Il existe ainsi des zones qui sont inondées pendant toute la durée de l'hivernage et même au-delà. Cela tient du fait que c'est au sein de ces dépressions que la nappe affleure devenant des zones préférentielles d'inondation.

Elles constituent par ailleurs les zones à végétation. Celle-ci est typique des zones humides avec notamment des palmiers et des roseaux qui peuvent atteindre une hauteur de 2 m.

Le sol et le sous-sol sont essentiellement constitués par des sables qui ont une bonne perméabilité. Cependant les interdunes sont occupées par des sables argileux ou des argiles sableuses riches en matières organiques qui ont cependant des épaisseurs faibles inférieures à un mètre. Dakar Est renferme la nappe des sables quaternaires. Cette zone joue un rôle

A. DIOP, 2001 : Mémoire d'ingénieur de conception - IST

important dans la recharge des nappes aquifères de la Presqu'île dakaraise. En effet aussi bien la nappe des sables quaternaires que celle des sables infrabasaltiques sont alimentées au niveau de cette zone par infiltration directe des précipitations. La principale zone d'alimentation est constituée par la Grande Niaye où gravite la plupart des eaux d'infiltration.

III.2.2 L'AMENAGEMENT

Globalement les résultats montre que 61 % des points inondés se retrouvent dans des domaines moyennement et hautement urbanisés. Il en est de même pour l'existence du réseau de drainage des eaux pluviales, 60 % des points inondés en sont dépourvus. L'urbanisation entraîne une imperméabilisation des sols, d'où une baisse de l'infiltration et une augmentation du ruissellement. Le rôle du réseau de drainage est d'atténuer les conséquences de l'urbanisation en permettant une évacuation efficace des eaux pluviales.

Les résultats des études que nous avons menées montrent que le réseau connaît de sérieux problèmes imputables aux obstructions. La première des causes réside sur le plan de la géologie ; la Presqu'île dispose de matériel volcanosédimentaire (tufs) et surtout sédimentaire (sables et sables argileux) très sensible à l'érosion hydrique.

Au niveau des canaux à ciel ouvert, l'arrivée des sédiments est favorisée par le fait que la plupart d'entre eux ont leurs rebords se trouvant au même niveau que la surface du sol. Les sédiments déplacés en direction des canaux ne trouvent alors aucun obstacle sur leur chemin.

Le phénomène des obstructions est très sévère au niveau des regards facilité par la disparition des grilles qui constitue la dernière protection des regards. On note que pour tous les quartiers étudiés, ceux-ci sont colmatés à plus de 60% par les sables (sables et argiles dans certaines zones). Ces sables ont une origine éolienne et/ou déposés dans les regards après lessivage. Il faut noter que les routes ne sont pas balayées et même si elles le sont, c'est un phénomène rare voire même inexistant. De ce fait les courants d'eau issus des pluies et même le vent ne trouvent aucune peine à les emporter et les déposer dans les regards.

Il en est de même pour les ordures retrouvées au niveau des regards. Les ordures actuellement sont rarement ramassées et se retrouvent ainsi facilement dans les regards par les mêmes voies. Il y a également l'action anthropique qui joue un rôle très important.

En effet dans certains quartiers comme Gueule Tapée et Médina, nous avons respectivement 24% et 30% des colmatages qui sont causés par les ordures et en particulier les ordures ménagères.

Dans ces quartiers pauvres, nombreuses sont les maisons encore dépourvues de réseau d'évacuation des eaux usées et domestiques. Alors la solution adoptée par ces populations est

de tout déverser dans les regards. De là se dégagent alors des odeurs nauséabondes et ceux ci deviennent également des lieux d'incubation de moustiques.

Pour pallier à ce phénomène, des ouvrages ont été réalisées dans ces quartiers pour permettre aux populations défavorisées de ne plus déverser leurs eaux domestiques dans les regards. Mais ces ouvrages n'étaient pas régulièrement curés et ils étaient en nombre insuffisant, ce qui incitait ainsi les populations retourner à leurs anciennes pratiques.

Ces pratiques obligent également les autres habitants de ces quartiers à obstruer les regards pour empêcher les autres de venir déverser leurs eaux domestiques contribuant ainsi aux problèmes de bonne fonctionnalité du réseau.

Pourtant ces quartiers ont vu leur trottoirs dallés au début des années 90, ceci a permis de fixer les sols et d'améliorer la salubrité. Ces dalles ont permis par ailleurs de réduire les sédiments qui se retrouvent dans les regards. Mais il limitaient par la même occasion la surface d'infiltration, avec comme conséquence un ruissellement plus intensif vers la corniche.

Aujourd'hui, Dakar est imperméabilisée à près de 80 % et l'évolution de l'occupation du sol entraînerait une augmentation de ce taux. D'une manière générale, l'urbanisation de Dakar s'est faite progressivement du Sud vers le Nord et vers l'Est.

La figure 46 montre l'occupation du sol à Dakar.

V.2.2.1 Dakar Sud

Dakar Sud est la première zone à être urbanisée et aménagée. Cette zone est imperméabilisée à près de 100 %. Cependant, elle dispose d'un réseau d'assainissement qui permet un drainage des eaux par flux gravitationnel via quatre tuyaux vers la baie des Madeleines. Les eaux pluviales du Cap Manuel à topographie en pente raide sont drainées sans tuyaux.

V.2.2.2 Dakar Nord

Dakar Nord est une zone en pleine urbanisation notamment dans les parties relativement élevées situées autour de l'Aéroport L. S. Senghor (Ex Dakar-Yoff). Cependant le réseau souterrain d'assainissement pluvial est essentiellement concentré dans la partie sud et à l'Est qui ont été les premières zones à être aménagées. La partie nord est essentiellement concernée par des canaux à ciel ouvert.

L'implantation des quartiers dans les zones élevées a pour conséquence de réduire l'infiltration à ce niveau. Il en résulte alors une augmentation du ruissellement en direction des points bas. Dans le cas où les points bas disposent d'un réseau d'évacuation, celui-ci n'est pas dimensionné pour évacuer de si importantes quantités d'eau entraînant ainsi des inondations qui durent quelques heures. C'est le cas au niveau du quartier de Liberté 6, situé à l'Est de la sous-zone de Dakar Nord. Ce quartier est confronté depuis ces dernières années à des inondations. Liberté 6 est situé à une côte de 2 à 5 m en dessous du nouveau quartier de Sacré Cœur III. Ce fait est aggravé par le fait que des remblaiements ont été effectués au niveau des zones hautes et les regards y sont pour la plupart obstrués. Par ailleurs, le réseau d'assainissement pluvial au niveau du point bas est combiné à celui des eaux usées. Ainsi en cas d'inondation, il y a les eaux d'égouts qui remontent dans l'enceinte des maisons occasionnant des problèmes de pollution et d'autres dommages.



Photo 16 : Inondation au niveau du point bas de Liberté 6

En de nombreux points, des constructions ont été effectuées face à l'axe d'écoulement des eaux. Il en résulte alors soit un contournement par les eaux, soit des phénomènes d'affouillement ou encore une inondation en face des édifices (Photos 17 ; 18 ; 19 ; 20). Ceci est aggravé par le fait que ces points ne disposent pas de canalisations pour l'évacuation des eaux ou encore celles-ci sont non fonctionnelles. C'est le cas au niveau de l'Université de Dakar, il existe une pente naturelle orientée vers et le Sud-Est et allant vers le Canal IV mais les constructions s'opposent au passage de l'eau au niveau du Campus universitaire ou encore au niveau de la route communément appelée « couloir de la mort ».



Photo 17 : Contournement des édifices

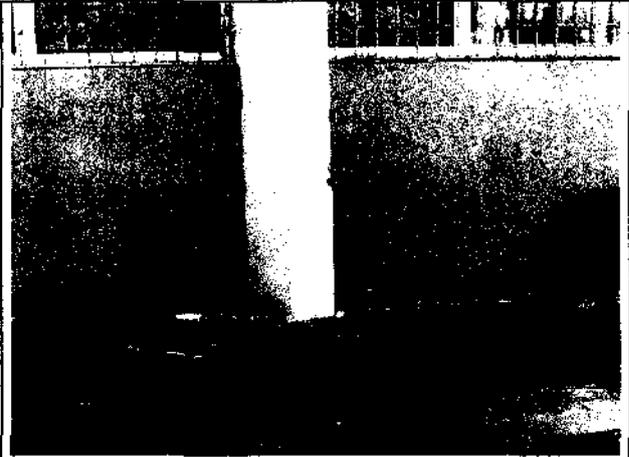


Photo 18 : Affouillements



Photo 19 : Maison construite sur un ravin



Photo 20 : Inondation en face des édifices

V.2.2.3 Médina-Grand Yoff

Médina-Grand Yoff est zone très urbanisée notamment dans les parties sud et centrale. Avant de faire l'objet d'un aménagement, la partie basse du Sud de cette région était marécageuse. Aujourd'hui la Médina dispose de son propre réseau d'assainissement. C'est la seconde zone à être aménagée après le Sud de Dakar. Généralement le réseau d'évacuation des eaux pluviales est peu fonctionnel du fait des obstructions au niveau des regards allongeant ainsi les délais d'évacuation des eaux pluviales. Le point le plus inondé se retrouve au niveau du Triangle Sud (en face Maison Radio Télévision du Sénégal (RTS)) ; cet état de fait découle d'une erreur dans la conception. Le canal qui dessert cette partie est constitué par un tuyau de diamètre 800 mm qui longe l'Avenue Malick SY pour aboutir au niveau du Port de Dakar. Les concepteurs n'ont pas tenu compte des fluctuations de la marée. A cet effet, à marée haute le canal se retrouve noyé et lorsque survient des précipitations à cet instant, les

eaux de ruissellement ne peuvent pas être évacuées et le Triangle Sud se retrouvent alors inondé le temps que la marée baisse. En période de marée basse, on ne dénote pas d'inondation.

Au Nord de la Médina subsiste encore des zones marécageuses qui n'ont pas fait l'objet d'un aménagement, c'est là qu'on retrouve le quartier de Fass. Le manque d'infrastructures a poussé certains habitants à effectuer des branchements clandestins au niveau de Canal IV qui est un canal pour l'évacuation des eaux pluviales. On peut noter des arrivées d'eaux usées au niveau du canal.

Dans la partie nord de la zone, Grand Yoff ne dispose pas de réseau d'assainissement. Son premier canal est actuellement en cours de réalisation. Seulement la réalisation du canal a commencé à quelque mois de l'hivernage. L'arrivée des précipitations a quelque peu gêné la bonne marche des travaux mais sans grands dommages. En effet les eaux de précipitations ont comblé certaines tranchées et causé des accumulations d'eau au sein du canal.



Photo 21 : Comblement d'une tranchée

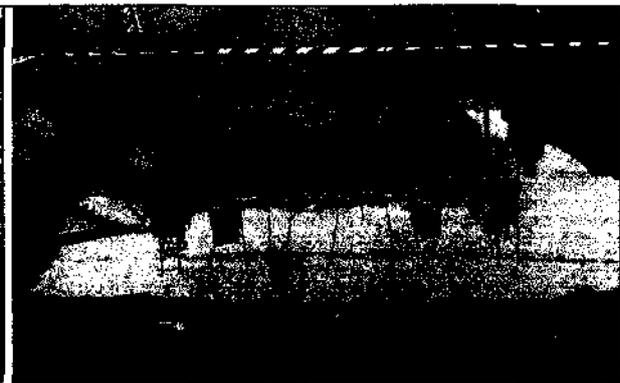


Photo 22 : Accumulation d'eau au sein du canal de Grand Yoff

Ce quartier n'a pas fait l'objet d'un aménagement et certaines populations ont construit dans les espaces interdunaires qui sont inondables. Même le canal qui est en cours de réalisation se trouve à une côte plus élevée que certains points de cette zone.

V.2.2.4 Dakar Est

Dakar Est est également une zone en pleine urbanisation. La plupart des quartiers au niveau de cette zone (Dagoudane-Pikine, Guédiawaye,...) ont été créés après à la deuxième guerre mondiale. L'urbanisation a connu une vaste ampleur suite à la sécheresse des années 70 qui a vu d'importants mouvements de populations des zones rurales en direction de la ville. Les premières populations occupaient des terrains non aménagés autour de la Médina. Lorsque par la suite l'Etat a voulu récupérer les terrains pour les besoins de l'extension de la

Cité dakaroise, elles ont été déplacées en direction de la zone Est où elles occupent des terrains encore non aménagés. L'Est de Dakar est dépourvu de réseau d'assainissement.

Aujourd'hui, on assiste de plus en plus à une urbanisation des terres basses au niveau de cette zone. Cette occupation va même jusqu'à la fermeture des voies d'écoulement naturel. Cela a pour conséquence les inondations observées au niveau de la route nationale à hauteur de Thiaroye.

Les comparaisons entre les photos 23 et 24 nous permettent de voir l'occupation d'une partie des zones basses de Niayes entre 1978 et 1997 (en vert).

Cet état de fait cause de nombreux problèmes, notamment du fait de l'importance de la population au niveau de ce secteur.

Tout d'abord, il y a le fait que plusieurs maisons se retrouvent ainsi sous les eaux dès le début de l'hivernage avec des impacts environnementaux graves.

Nous avons montré précédemment le rôle que Dakar Est jouait dans la recharge des nappes aquifères de la Presqu'île. L'urbanisation des zones basses réduirait considérablement l'infiltration et ceci pourrait avoir des conséquences sur la recharge de la nappe mais aussi sur la qualité des eaux du fait des risques de pollution.



DISCUSSIONS-
RECOMMANDATIONS

1. Discussions

D'une manière générale, on peut voir que la méthodologie utilisée, à savoir l'utilisation du logiciel SPSS, donne des résultats satisfaisants pour une détermination des causes des inondations dans la mesure où il permet de déterminer une grande variabilité dans les résultats. En effet par une étude de la distribution des paramètres, nous pouvons voir que chaque sous-zone est caractérisée par une géologie qui peut favoriser les inondations. Il en est de même pour l'influence de l'aménagement. Tout ceci témoigne de la fidélité du logiciel. En effet SPSS permet de montrer toutes les variations aussi bien qualitatives que quantitatives ; même les plus faibles variations sont représentables.

Les croisements effectués permettent de bien mettre en évidence les influences entre paramètres. Ainsi nous avons pu déduire que l'impact de l'environnement naturel est aggravé par l'aménagement qui bien souvent n'est pas conforme avec le contexte naturel.

Cependant cette méthode est essentiellement descriptive et ne permet pas une quantification fine des différents paramètres étudiés afin d'avoir une vue plus détaillée du problème. Afin de permettre le traitement statistique des données, il a fallu définir un nombre plus ou moins restreint de plages de valeurs. Un nombre assez élevé de plages de valeurs n'aurait pas pu permettre une nette appréciation des variations et cet état de fait serait préjudiciable à notre étude.

Une autre difficulté résulte de la présentation des résultats sous forme de graphiques, plus particulièrement le format des graphiques. Nous pouvons constater que lors de la présentation des résultats des variations globales des paramètres, le format des graphiques a été réalisé sous forme de pourcentage alors que dans les croisements, il a été sous forme de compte (nombre de points). Cela résulte du fait que le programme ne peut pas ramener toutes les variables à un pourcentage unique de 100 %, chaque variable étant alors ramenée à 100 %. Ainsi en cas de distribution sur un même graphique, il est parfois difficile de faire une comparaison entre variables.

Par exemple, les deux figures suivantes montrent la répartition des sols en fonction de la topographie pour la zone de Médina-Grand Yoff.

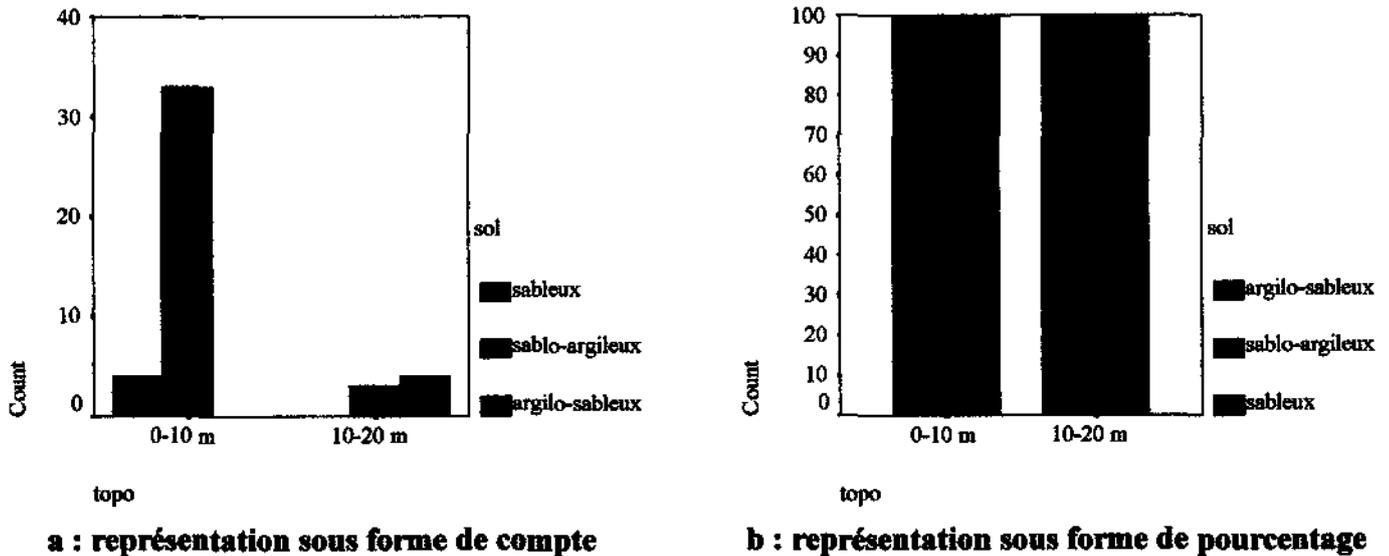


Figure 47 : Exemple de représentations graphiques

Il est certes vrai que la représentation en format pourcentage revêt une certaine importance mais dans le cadre de cette étude, elle n'est pas en adéquation avec les objectifs visés.

2. Recommandations

Suite à cette étude, nous allons, dans cette partie, présenter les grands axes de réflexion pour une résolution du problème des inondations.

Comme nous l'avons précédemment montré, la géologie du secteur d'étude est très déterminante dans le phénomène des inondations et cette influence est aggravée par celle de l'aménagement. Des remarques ont été également faites quant aux limites de la méthode utilisée. Ces remarques appellent de notre part les recommandations suivantes :

1. réaliser des études à des échelles plus réduites afin de fournir le maximum d'informations et de permettre une quantification fine des paramètres les plus influents dans les différentes sous-zones.
2. à long terme, il faudra redimensionner tout le réseau d'assainissement dakarois en veillant à séparer le réseau d'eaux usées et celui des eaux pluviales. Cela permettra par ailleurs de réduire les risques de pollution des eaux en vue d'un éventuel recyclage.

3. améliorer l'entretien et la surveillance des canaux notamment par une limitation des éléments solides qui arrivent au niveau des canaux afin de permettre une exploitation optimale du réseau. Il faudra pour cela instaurer une participation des usagers aux tâches de gestion et d'entretien.
4. éviter de construire des habitations dans les secteurs où la nappe affleure. Ces secteurs pourront être utilisés pour l'aménagement d'espaces verts.
5. prendre en compte, dans la constructions de tout ouvrage d'art tels que route, ponts, etc, les conséquences sur l'évacuation des eaux ;
6. améliorer la politique de communication afin que les responsables de l'aménagement puissent mieux tenir compte des contraintes de l'environnement. Ainsi ils disposeront de données fiables pour décider d'un aménagement plus adéquat.

L'essentiel du problème des inondations ainsi que la démarche pour une solution durable peuvent être résumé au niveau de l'organigramme suivant :

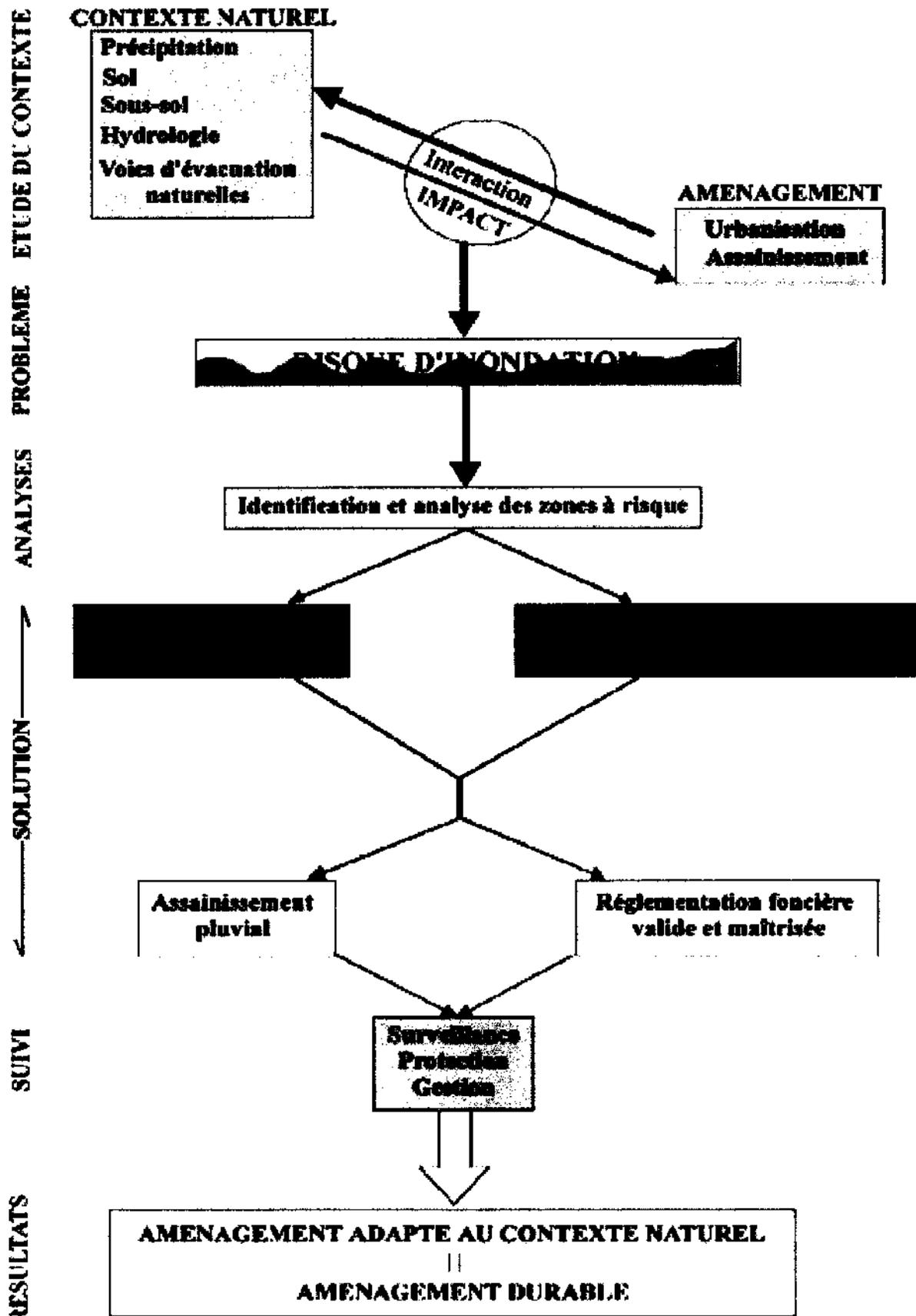


Figure 48 : Modèle d'approche pour une solution durable des inondations

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Les analyses statistiques réalisées au cours de cette étude montrent que Dakar est une zone propice aux inondations et ceci pour plusieurs raisons.

Le contexte géologique caractérisé par une tectonique cassante montre un système en horsts et grabens qui détermine ainsi une topographie particulière. La topographie largement héritée de cette tectonique montre une vaste zone basse prise entre le horst nord (Mamelles) et le horst sud. Ce graben est essentiellement occupé par des sables quaternaires. L'évolution des formations volcaniques au niveau des zones hautes a amené les eaux de ruissellement à transporter les argiles formées et à les déposer au niveau des zones basses. A ce niveau, elles contribuent, au même titre que les argiles issues des formations sous-jacentes, à baisser la perméabilité des sables par le colmatage des pores. Il s'en suit alors une baisse de la percolation et les eaux ont tendance à stagner.

Dans la région Est de la Presqu'île, la topographie montre un relief dunaire avec des interdunes où affleure la nappe phréatique. Dans cette zone, plusieurs points se retrouvent à des niveaux inférieurs à celui de la mer.

Les causes géologiques sont aggravées par l'occupation du sol qui, le plus souvent, ne tient pas compte de l'environnement naturel. La forte urbanisation de Dakar a entraîné une imperméabilisation des sols, donc une absence d'infiltration des eaux. Par ailleurs l'aménagement ne s'est pas fait corrélativement à l'urbanisation et aujourd'hui plusieurs quartiers restent non aménagés. Il découle de cet état de fait que le réseau d'assainissement est déficitaire et très souvent non approprié au contexte naturel. Il est également confronté à des problèmes de fonctionnalité du fait des obstructions des canaux. Ces obstructions ont des origines diverses mais les causes anthropiques occupent une place non négligeable.

Des recommandations pratiques ont été formulées mais dans un cadre plus général, il s'agit de comprendre qu'aucun projet d'aménagement durable ne devrait se faire sans adéquation avec le contexte naturel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme (Octobre 1977) :** Effet de l'urbanisation et de l'industrialisation sur le régime hydrologique et sur la qualité des eaux. Actes du colloque d'Amsterdam. IAHS/AISH-UNESCO, 572 pages
- Anonyme (Septembre 1994) :** Bilan-Diagnostic des ressources en eau du Sénégal. Projet MH/PNUD/DADSG6SEN/87/006 « Planification des ressources en eau », 205 pages.
- BCEOM (1981) :** Hydraulique routière. Min. Coopération. 347 pages
- Bellion Y. (1980) :** Première contribution à la connaissance de la tectonique cassante de la région du Cap-Vert (Sénégal). Ann Fac Sci Dakar T32 : 97-101
- Breusse J.-J. (1952) :** La prospection électrique appliquée aux recherches hydrologiques dans la Presqu'île du Cap Vert. Extrait du Bulletin de la direction des mines, n° 10, 19 pages
- Chatelet H. (1975) :** Carte géotechnique de Dakar ; 3 feuilles au 1/25.000. Notice Documentaire. L.B.T.P. Dakar, 22 pages
- Chatelet H et K'Vadec (1975) :** Carte géotechnique de Dakar, Publication du Laboratoire du Bâtiment, des Travaux Publics, de l'Urbanisme et des Transports du Sénégal.
- Diène M., Aranyossy J. F. (2001) :** Conception des réseaux piézométriques des aquifères du bassin sédimentaire sénégalais ; Appui aux services hydrologiques et actualisation du système d'information géographique. Groupement COWI Polyconsult ; PSE ; SGPRE, pp 22-36
- Diop S. (2000) :** Contexte géologique et risques naturels : déterminants structuraux de l'instabilité des corniches de la partie sud de Dakar. Mém. Ing. I.S.T, Univ. Dakar, 91 pages
- DTP (2000) :** Séminaire international sur la qualité des travaux routiers. Cellule de coordination du deuxième programme sectoriel des transports. Dakar 19-21 Septembre 2000, Thème 4, pp 1-56
- Elouard P. (1965) :** Excursion géologique à Dakar. Notes africaines, Dakar, n° 105, pp 2-12
- Fall M. (1993) :** Etude de la stabilité du versant naturel des Madeleines
Mém. Ing. I.S.T, Univ. Dakar, 64 pages
- Gaye Ch. B. (1980) :** Etude hydrogéologique, hydrochimique et isotopique de la nappe aquifère infrabasaltique de la Presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). Thèse 3ème Cycle, Univ. Dakar, 131 pages

- JICA (Octobre 1994) :** Etudes sur l'assainissement de Dakar et de ses environs : Rapport de soutien. Min. Hydraulique. Partie III, Chap.1, pp 1-17 et Chap.3, pp 1-4
- LO P. G. (1988) :** Le volcanisme quaternaire du Sénégal Occidental: Caractères pétrographiques, particularités géochimiques, implications pétrogénétiques. Thèse Doctorat d'Université. Nancy I, 156 pages
- NDiaye I. (2000) :** Caractérisation géotechnique des terrains de fondation dans l'agglomération de Dakar. Mém. Ing. I.S.T, Univ. Dakar, 74 pages
- NDiaye I. (2000) :** Le fichier géotechnique de la Presqu'île de Dakar.
Mémoire (partie annexe). Ing. I.S.T, Univ. Dakar
- Sarr A. M. (1995) :** Identification et caractérisation géotechnique des sols résiduels de la tête de la Presqu'île de Dakar (concession de la SICAP): Perspectives pour l'aménagement. Mém. Ing. I.S.T , Univ. Dakar, 55 pages
- Seck A. (1970) :** Dakar métropole ouest-africaine ; Mémoire de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, n° 85. IFAN-DAKAR, 516 pages
- SONED Afrique, BCEOM (1982) :** Etude du Plan Directeur d'Urbanisme de Dakar. Livre Blanc du Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement, 212 pages.
- Tandian A. A. , Ch. B. GAYE , B. NDIAYE et M. FALL (1990) :** Livret guide de l'excursion. Atelier Projet « nappes salées ». (CRDI 3-P86-1014). Dakar 14-16 Nov. 1990 , 21 pages
- Tessier F. (1954) :** Notice explicative sur la feuille Dakar-Est, n° ND. 28-XIII-E., 88 pages

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Pages

TABLEAUX

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau I : Evolution de la population dans les Départements de Dakar, Pikine-Guédiawaye et Rufisque-Bargny..... | 9 |
| Tableau II : Codage des paramètres..... | 30 |
| Tableau III : Taux de fonctionnalité des regards dans certains quartiers ciblés..... | 33 |
| Tableau IV : Base de données SPSS..... | 43 |

FIGURES

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Topographie de la tête de la presqu'île du Cap Vert..... | 7 |
| Figure 2 : Variations pluviométriques annuelles..... | 8 |
| Figure 3 : Variations pluviométriques mensuelles..... | 8 |
| Figure 4 : Evolution de la population dans les Départements de Dakar, Pikine-Guédiawaye et Rufisque-Bargny..... | 9 |
| Figure 5 : Esquisse géologique de la tête de la Presqu'île du Cap Vert..... | 16 |
| Figure 6 : Carte piézométrique de la nappe des sables infrabasaltiques..... | 18 |
| Figure 7 : Carte piézométrique de la nappe des sables quaternaires de Thiaroye..... | 20 |
| Figure 8 : Système de drainage existant à Dakar..... | 22 |
| Figure 9 : Sous-zones de la zone d'étude..... | 26 |
| Figure 10 : Taux de fonctionnalité des regards dans certains quartiers ciblés..... | 33 |
| Figure 11 : Taux des différents produits obstruant les regards au niveau des différents quartiers..... | 34 |
| Figure 12 : Coupe schématique du canal Ouest..... | 35 |
| Figure 13 : Coupe schématique des différentes portions du canal Est..... | 36 |
| Figure 14 : Coupe schématique du canal de Bourguiba..... | 37 |
| Figure 15 : Coupe schématique du canal de Karack..... | 38 |
| Figure 16 : Coupe schématique du canal de Sacré Cœur..... | 39 |
| Figure 17 : Coupe schématique du Canal de Ouakam..... | 39 |
| Figure 18 : Coupe schématique du Canal Aéroport Sud..... | 41 |
| Figure 19 : Coupe schématique du Canal IV..... | 41 |
| Figure 20 : Coupe schématique du Canal IV-3..... | 42 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 21 : Répartition des points inondés en fonction de la sous-zone..... | 54 |
| Figure 22 : Répartition des points inondés en fonction du taux d'inondation..... | 55 |
| Figure 23 : Répartition des points inondés en fonction de la durée d'inondation..... | 55 |
| Figure 24 : Répartition des points inondés en fonction de l'occupation du sol..... | 56 |
| Figure 25 : Répartition des points inondés en fonction de la topographie..... | 56 |
| Figure 26 : Répartition des points inondés en fonction du sol..... | 57 |
| Figure 27 : Répartition des points inondés en fonction du sous-sol..... | 58 |
| Figure 28 : Répartition des points d'inondation en fonction de l'hydrologie..... | 58 |
| Figure 29 : Répartition des points d'inondation en fonction de l'existence du réseau d'assainissement d'eaux pluviales..... | 59 |
| Figure 30 : Répartition des points inondés en fonction de la fonctionnalité du réseau... | 60 |
| Figure 31 : Répartition des points inondés en fonction de la végétation..... | 60 |
| Figure 32 : Taux d'inondation des différentes sous-zones..... | 62 |
| Figure 33 : Durée des inondations en fonction des sous-zones..... | 63 |
| Figure 34 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de l'occupation du sol..... | 64 |
| Figure 35 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de la topographie..... | 65 |
| Figure 36 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction du sol..... | 66 |
| Figure 37 : Répartition des points d'inondation dans les différentes sous-zones en fonction du sous-sol..... | 67 |
| Figure 38 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de l'hydrologie..... | 68 |
| Figure 39 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction du réseau..... | 69 |
| Figure 40 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de la fonctionnalité du réseau..... | 70 |
| Figure 41 : Répartition des points inondés dans les différentes sous-zones en fonction de la végétation..... | 71 |
| Figure 42 : Relations entre paramètres (Dakar Nord)..... | 72 |
| Figure 43 : Relations entre paramètres (Médina-Grand-Yoff)..... | 76 |
| Figure 44 : Relations entre paramètres (Dakar Est)..... | 79 |
| Figure 45 : Relations entre paramètres (Dakar Sud)..... | 82 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 46 : Occupation du sol au niveau de Dakar..... | 89 |
| Figure 47 : Exemple de représentations graphiques..... | 100 |
| Figure 48 : Modèle d'approche pour une solution durable des inondations..... | 102 |

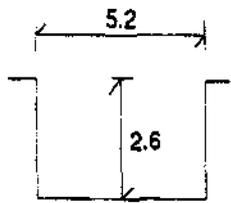
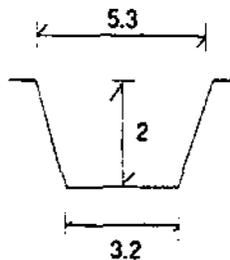
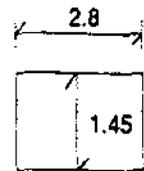
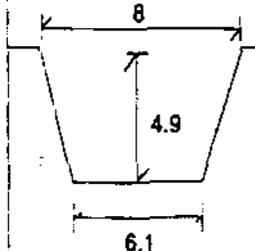
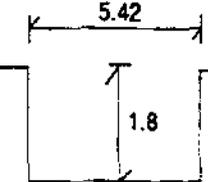
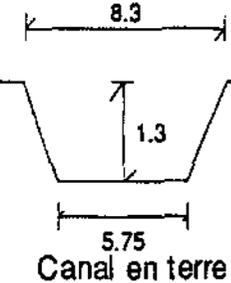
PHOTOGRAPHIES

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Photo.1 : Point d'inondation (Liberté 6)..... | 2 |
| Photo.2 : Point peu inondé..... | 26 |
| Photo.3 : Point moyennement inondé..... | 26 |
| Photo.4 : Point très inondé..... | 26 |
| Photo.5 : Canal Ouest..... | 35 |
| Photo.6 : Canal Est..... | 36 |
| Photo.7 : Canal de Bourguiba..... | 37 |
| Photo.8 : Canal de Karack..... | 38 |
| Photo.9 : Canal de Sacré Cœur..... | 39 |
| Photo.10 : Pont de sable..... | 40 |
| Photo.11 : Dépôts d'ordures dans le canal..... | 40 |
| Photo.12 : Embouchure du canal de Ouakam..... | 40 |
| Photo.13 : Canal IV..... | 41 |
| Photo.14 : Canal IV-3..... | 42 |
| Photo.15 : Localisation des points d'inondation étudiés..... | 53 |
| Photo.16 : Inondation au niveau du point bas de Liberté 6..... | 91 |
| Photo.17 : Contournement des édifices..... | 92 |
| Photo.18 : Affouillements..... | 92 |
| Photo.19 : Maison construite sur un ravin..... | 92 |
| Photo.20 : Inondation en face des édifices..... | 92 |
| Photo.21 : Comblement d'une tranchée..... | 93 |
| Photo.22 : Accumulation d'eau au sein du canal de Grand Yoff..... | 93 |
| Photo.23 : (1978) Zone de niayes non occupée à Dakar Est..... | 95 |
| Photo.24 : (1997) Zone de niayes non occupée à Dakar Est..... | 96 |
| Photo.25 : Inondations sur une route en mauvais état..... | 97 |

ANNEXES

ANNEXE I

Capacité d'évacuation des canaux de drainage existant

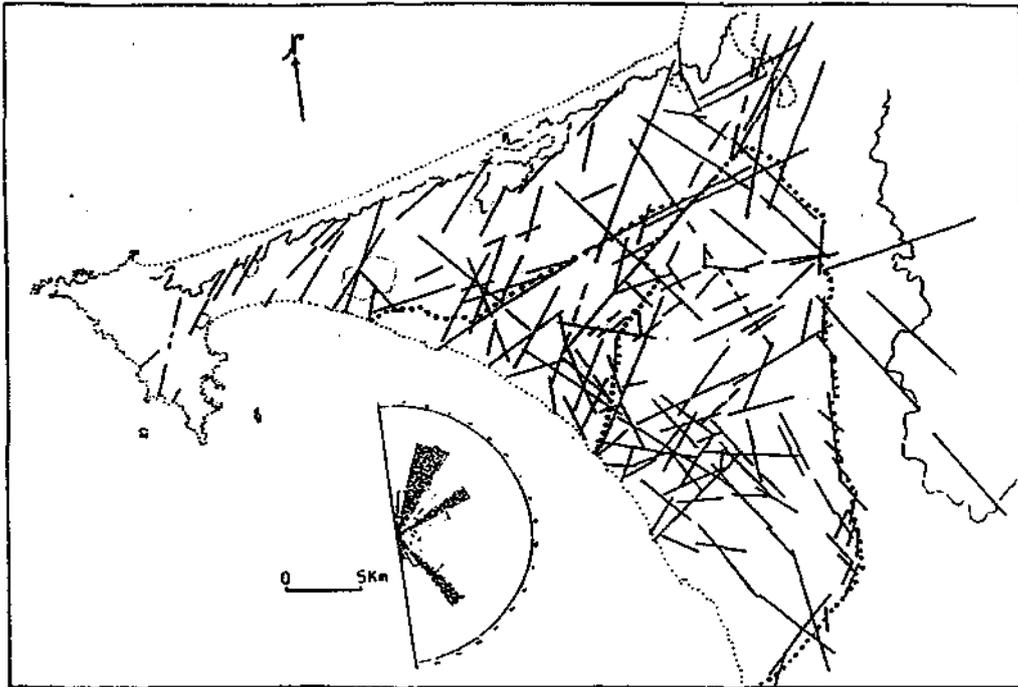
| Nom du canal | CANAL VI | CANAL IV-3 | CANAL V | CANAL IV | GUEUL TAPEE | AEROPORT SUD | |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Forme du canal (m) |  |  |  |  |  |  | |
| Pente | 1/660 | 1/800 | 1/520 | 1/500 | 0.8/1000 | 1/1000 | |
| Section transversale (m ²) | 13.5 | 8.5 | 4.06 | 34.5 | 10.1 | 9.16 | |
| Vitesse du flux (m/s) | 1.85 | 1.26 | 1.34 | 2.97 | 1.20 | 1.03 | |
| Capacité de décharge (m ³ /s) | 25.0 | 10.7 | 5.4 | 102.5 | 12.2 | 9.5 | |
| Déc. optimale | Q 10 m ³ /s | 45 | 27 | - | 31 | 18 | 26 |
| | Q 5 | 37 | 22 | 15 | 26 | 15 | 22 |

ONAS

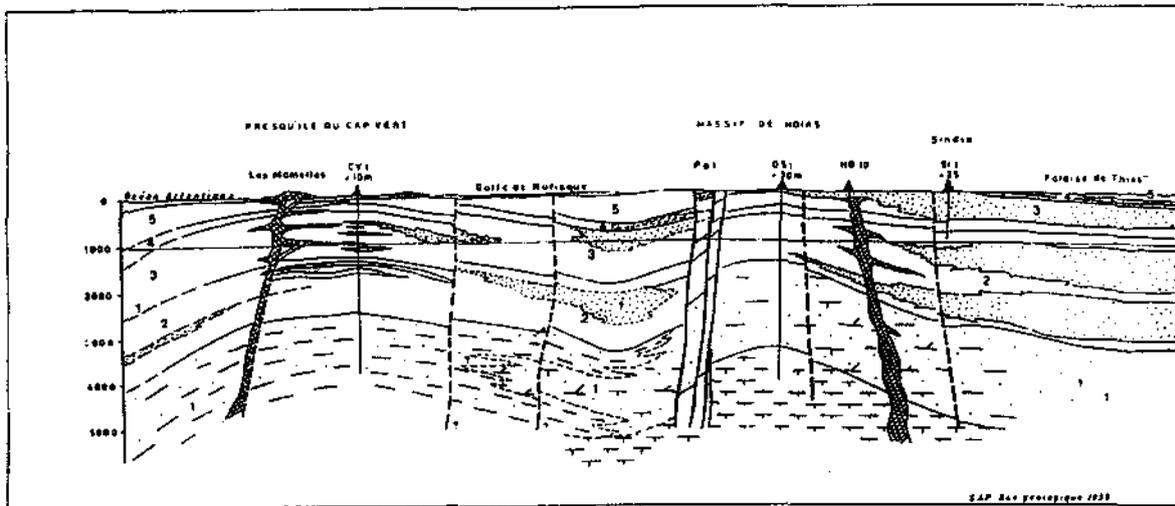
LISTE DES POINTS D'INONDATION

1. HLM Nimzatt (allées Marché HLM)
2. Sortie Autoroute Colobane Parc
3. Point Bas HLM Guédiawaye
4. Bourguiba SODIDA
5. Point Bas Autoroute
6. Rond Point Bopp
7. Cité des Eaux
8. Rond Point Pompiers
9. Le long du mur de l'Autoroute
10. Corniche Ouest face Cabinet Pierre GOUDIABY ATEPA
11. Peytavin x Boulevard de la République
12. Rond Point Poste Médina
13. Rue de Reims x Marsat
14. Grande Mosquée
15. Boulevard de l'Arsenal
16. Bourguiba face Stade Demba DIOP
17. Cinéma Rocade Fann Bel-air face AFCCO
18. Cinéma Lux
19. Boulevard du Sud x Franco-Arabe
20. Sortie Colobane vers Autoroute (Malick SY)
21. Rond point Cynros
22. Boulevard de la libération (Marché du Port) et rue Jores x Ballay
23. Place Soweto
24. Faidherbe x Clemenceau
25. Boulevard Général De Gaule entre Malick SY et rue 12
26. Rue 22 entre rue 11 et rue 1
27. Boulevard du %'-Partenaire (Ex route de Rufisque) à la hauteur savonnerie Fakhry
28. Avenue Blaise DIAGNE x rue 7 (Stade Iba Mar DIOP)
29. Le long du Canal Gueule Tapée
30. Rue 10 ENAM
31. Rond Point de la Maison du Parti Socialiste à partir du parc Mazout jusqu'au canal IV
32. Sicap Darabis x rue 18
33. Avenue Bourguiba rue 9 x 9 bis
34. le long canal Front de Terre
35. Front de terre x Avenue Bourguiba
36. HLM Nimzatt Baobab
37. Avenue Cheikh Amadou Bamba à partir du boulevard Général De Gaule jusqu'à la rue 6
38. Boulevard du Centenaire de la commune de Dakar face savonnerie Fakhry

ANNEXE III



Carte de fracturation de la presqu'île du Cap Vert au 1/250 000
(d'après Lompo, 1987)



- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <p>4 QUATERNAIRE tufs volcaniques</p> <p>5 EOCENE</p> <p>6 PALEOCENE craie et bioclastique argiles</p> | <p>3 MAESTRICHTIEN sables quartziteux ou sénégal</p> <p>2 CAMPANIEN A CENOMANIEN(?)</p> <p>1 CRAYACE SUPERIEUR 2300m(?) grès et dolomites de OS 3100m(?) argiles à chailles de OS</p> | <p>ROCHES VOLCANIQUES basalte et andésite</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|

Coupe géologique de la presqu'île du Cap Vert
(d'après Elouard et al, 1976)

VARIATION GLOBALE

Statistics

| | N | |
|----------|-------|---------|
| | Valid | Missing |
| DURÉE | 95 | 0 |
| FONCTION | 38 | 57 |
| HYDRO | 95 | 0 |
| INOND | 95 | 0 |
| RÉSEAU | 95 | 0 |
| sol | 95 | 0 |
| sous.sol | 95 | 0 |
| topo | 95 | 0 |
| urban | 95 | 0 |
| VÉGÉTAL | 95 | 0 |
| zone | 95 | 0 |

DURÉE

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid < 24 heures | 18 | 18,9 | 18,9 | 18,9 |
| quelques jours | 45 | 47,4 | 47,4 | 66,3 |
| > semaine | 32 | 33,7 | 33,7 | 100,0 |
| Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | 95 | 100,0 | | |

FONCTION

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid fonctionnel | 3 | 3,2 | 7,9 | 7,9 |
| peu fonctionnel | 25 | 26,3 | 65,8 | 73,7 |
| non fonctionnel | 10 | 10,5 | 26,3 | 100,0 |
| Total | 38 | 40,0 | 100,0 | |
| Missing System Missing | 57 | 60,0 | | |
| Total | 57 | 60,0 | | |
| Total | 95 | 100,0 | | |

HYDRO

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|----------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid nappe profonde | 35 | 36,8 | 36,8 | 36,8 |
| nappe superficielle | 51 | 53,7 | 53,7 | 90,5 |
| nappe affleurante | 9 | 9,5 | 9,5 | 100,0 |
| Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | 95 | 100,0 | | |

INOND

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|--------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | peu inondé | 6 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| | moyennement inondé | 11 | 11,6 | 11,6 | 17,9 |
| | très inondé | 78 | 82,1 | 82,1 | 100,0 |
| | Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | | 95 | 100,0 | | |

RÉSEAU

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | absence | 57 | 60,0 | 60,0 | 60,0 |
| | existence | 38 | 40,0 | 40,0 | 100,0 |
| | Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | | 95 | 100,0 | | |

sol

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|----------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | sableux | 10 | 10,5 | 10,5 | 10,5 |
| | latéritique | 3 | 3,2 | 3,2 | 13,7 |
| | sablo-argileux | 61 | 64,2 | 64,2 | 77,9 |
| | argilo-sableux | 13 | 13,7 | 13,7 | 91,6 |
| | argileux | 8 | 8,4 | 8,4 | 100,0 |
| | Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | | 95 | 100,0 | | |

sous.sol

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|----------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | rocheux | 18 | 18,9 | 18,9 | 18,9 |
| | sableux | 20 | 21,1 | 21,1 | 40,0 |
| | sablo-argileux | 40 | 42,1 | 42,1 | 82,1 |
| | argilo-sableux | 5 | 5,3 | 5,3 | 87,4 |
| | argileux | 12 | 12,6 | 12,6 | 100,0 |
| | Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | | 95 | 100,0 | | |

topo

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|---------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 0-10 m | 56 | 58,9 | 58,9 | 58,9 |
| | 10-20 m | 24 | 25,3 | 25,3 | 84,2 |
| | 20-30 m | 12 | 12,6 | 12,6 | 96,8 |
| | 30-40 m | 3 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | | 95 | 100,0 | | |

urban

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|---------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid absence | 10 | 10,5 | 10,5 | 10,5 |
| faible | 27 | 28,4 | 28,4 | 38,9 |
| moyenne | 43 | 45,3 | 45,3 | 84,2 |
| haute | 15 | 15,8 | 15,8 | 100,0 |
| Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | 95 | 100,0 | | |

VÉGÉTAL

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid absence | 20 | 21,1 | 21,1 | 21,1 |
| zone sèche | 8 | 8,4 | 8,4 | 29,5 |
| zone semi-humide | 32 | 33,7 | 33,7 | 63,2 |
| zone humide | 35 | 36,8 | 36,8 | 100,0 |
| Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | 95 | 100,0 | | |

zone

| | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid Dakar sud | 3 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Dakar nord | 29 | 30,5 | 30,5 | 33,7 |
| Dakar est | 19 | 20,0 | 20,0 | 53,7 |
| Médina-Grand Yoff | 44 | 46,3 | 46,3 | 100,0 |
| Total | 95 | 100,0 | 100,0 | |
| Total | 95 | 100,0 | | |

Tableaux croisés Médina-Grand Yoff

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * sol | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

topo * sol Crosstabulation

Count

| | | sol | | | Total |
|-------|---------|---------|----------------|----------------|-------|
| | | sableux | sablo-argileux | argilo-sableux | |
| topo | 0-10 m | 4 | 33 | | 37 |
| | 10-20 m | | 3 | 4 | 7 |
| Total | | 4 | 36 | 4 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|----------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| sous.sol * sol | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

sous.sol * sol Crosstabulation

Count

| | | sol | | | Total |
|----------|----------------|---------|----------------|----------------|-------|
| | | sableux | sablo-argileux | argilo-sableux | |
| sous.sol | rocheux | 1 | | | 1 |
| | sableux | 1 | 2 | 1 | 4 |
| | sablo-argileux | 2 | 30 | 3 | 35 |
| | argilo-sableux | | 4 | | 4 |
| Total | | 4 | 36 | 4 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|--------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * HYDRO | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

topo * HYDRO Crosstabulation

Count

| | | HYDRO | | Total |
|-------|---------|----------------|---------------------|-------|
| | | nappe profonde | nappe superficielle | |
| topo | 0-10 m | 6 | 31 | 37 |
| | 10-20 m | 5 | 2 | 7 |
| Total | | 11 | 33 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| HYDRO * DURÉE | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

HYDRO * DURÉE Crosstabulation

Count

| | | DURÉE | | | Total |
|-------|---------------------|-------------|----------------|-----------|-------|
| | | < 24 heures | quelques jours | > semaine | |
| HYDRO | nappe profonde | 3 | 6 | 2 | 11 |
| | nappe superficielle | 7 | 19 | 7 | 33 |
| Total | | 10 | 25 | 9 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| urban * INOND | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

urban * INOND Crosstabulation

Count

| | | INOND | | | Total |
|-------|---------|------------|--------------------|-------------|-------|
| | | peu inondé | moyennement inondé | très inondé | |
| urban | absence | | | 2 | 2 |
| | faible | | | 6 | 6 |
| | moyenne | 1 | 4 | 22 | 27 |
| | haute | 1 | 2 | 6 | 9 |
| Total | | 2 | 6 | 36 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| urban * DURÉE | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

urban * DURÉE Crosstabulation

Count

| | | DURÉE | | | Total |
|-------|---------|-------------|----------------|-----------|-------|
| | | < 24 heures | quelques jours | > semaine | |
| urban | absence | | | 2 | 2 |
| | faible | 2 | 1 | 3 | 6 |
| | moyenne | 6 | 17 | 4 | 27 |
| | haute | 2 | 7 | | 9 |
| Total | | 10 | 25 | 9 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|----------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| RÉSEAU * INOND | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

RÉSEAU * INOND Crosstabulation

Count

| | | INOND | | | Total |
|--------|-----------|------------|--------------------|-------------|-------|
| | | peu inondé | moyennement inondé | très inondé | |
| RÉSEAU | absence | | | 20 | 20 |
| | existence | 2 | 6 | 16 | 24 |
| Total | | 2 | 6 | 36 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|----------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| RÉSEAU * DURÉE | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

RÉSEAU * DURÉE Crosstabulation

Count

| | | DURÉE | | | Total |
|--------|-----------|-------------|----------------|-----------|-------|
| | | < 24 heures | quelques jours | > semaine | |
| RESEAU | absence | 2 | 9 | 9 | 20 |
| | existence | 8 | 16 | | 24 |
| Total | | 10 | 25 | 9 | 44 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| urban * RÉSEAU | 44 | 100,0% | 0 | ,0% | 44 | 100,0% |

urban * RÉSEAU Crosstabulation

Count

| | | RÉSEAU | | Total |
|-------|---------|---------|-----------|-------|
| | | absence | existence | |
| urban | absence | 2 | | 2 |
| | faible | 5 | 1 | 6 |
| | moyenne | 12 | 15 | 27 |
| | haute | 1 | 8 | 9 |
| Total | | 20 | 24 | 44 |

Tableaux croisés Dakar Sud

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * sol | 3 | 100,0% | 0 | ,0% | 3 | 100,0% |

topo * sol Crosstabulation

Count

| | sol | Total |
|-------------|-----|-------|
| | | |
| topo 0-10 m | 1 | 1 |
| 20-30 m | 1 | 1 |
| 30-40 m | 1 | 1 |
| Total | 3 | 3 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|----------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| sous.sol * sol | 3 | 100,0% | 0 | ,0% | 3 | 100,0% |

sous.sol * sol Crosstabulation

Count

| | sol | Total |
|------------------|-----|-------|
| | | |
| sous.sol rocheux | 2 | 2 |
| argileux | 1 | 1 |
| Total | 3 | 3 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|--------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * HYDRO | 3 | 100,0% | 0 | ,0% | 3 | 100,0% |

topo * HYDRO Crosstabulation

Count

| | | HYDRO | Total |
|-------|---------|-------------------|-------|
| | | nappe profonde | |
| topo | 0-10 m | 1 | 1 |
| | 20-30 m | 1 | 1 |
| | 30-40 m | 1 | 1 |
| Total | | 3 | 3 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| urban * RÉSEAU | 3 | 100,0% | 0 | ,0% | 3 | 100,0% |

urban * RÉSEAU Crosstabulation

Count

| | | RÉSEAU | Total |
|-------|-------|-----------|-------|
| | | existence | |
| urban | haute | 3 | 3 |
| Total | | 3 | 3 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|----------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| RÉSEAU * FONCTION | 3 | 100,0% | 0 | ,0% | 3 | 100,0% |

RÉSEAU * FONCTION Crosstabulation

Count

| | | FONCTION | Total |
|--------|-----------|-------------|-------|
| | | fonctionnel | |
| RÉSEAU | existence | 3 | 3 |
| Total | | 3 | 3 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * sous.sol | 3 | 100,0% | 0 | ,0% | 3 | 100,0% |

topo * sous.sol Crosstabulation

Count

| | | sous.sol | | Total |
|-------|---------|----------|----------|-------|
| | | rocheux | argileux | |
| topo | 0-10 m | | 1 | 1 |
| | 20-30 m | 1 | | 1 |
| | 30-40 m | 1 | | 1 |
| Total | | 2 | 1 | 3 |

Tableaux croisés Dakar Est

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * sol | 19 | 100,0% | 0 | ,0% | 19 | 100,0% |

topo * sol Crosstabulation

Count

| | | sol | | | Total |
|-------|---------|---------|----------------|----------------|-------|
| | | sableux | sablo-argileux | argilo-sableux | |
| topo | 0-10 m | 4 | 5 | | 9 |
| | 10-20 m | 2 | 6 | 1 | 9 |
| | 20-30 m | | 1 | | 1 |
| Total | | 6 | 12 | 1 | 19 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|----------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| sous.sol * sol | 19 | 100,0% | 0 | ,0% | 19 | 100,0% |

sous.sol * sol Crosstabulation

Count

| | | sol | | | Total |
|----------|----------------|---------|----------------|----------------|-------|
| | | sableux | sablo-argileux | argilo-sableux | |
| sous.sol | sableux | 6 | 10 | | 16 |
| | sablo-argileux | | 1 | 1 | 2 |
| | argilo-sableux | | 1 | | 1 |
| Total | | 6 | 12 | 1 | 19 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|--------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * HYDRO | 19 | 100,0% | 0 | ,0% | 19 | 100,0% |

topo * HYDRO Crosstabulation

Count

| | | HYDRO | | | Total |
|-------|---------|-------------------|------------------------|----------------------|-------|
| | | nappe profonde | nappe superficielle | nappe affleurante | |
| topo | 0-10 m | | 4 | 5 | 9 |
| | 10-20 m | 2 | 4 | 3 | 9 |
| | 20-30 m | | 1 | | 1 |
| Total | | 2 | 9 | 8 | 19 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| HYDRO * DURÉE | 19 | 100,0% | 0 | ,0% | 19 | 100,0% |

HYDRO * DURÉE Crosstabulation

Count

| | | DURÉE | | | Total |
|-------|------------------------|----------------|-------------------|-----------|-------|
| | | < 24 heures | quelques jours | > semaine | |
| HYDRO | nappe profonde | | 2 | | 2 |
| | nappe superficielle | 1 | 2 | 6 | 9 |
| | nappe affleurante | | 1 | 7 | 8 |
| Total | | 1 | 5 | 13 | 19 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * urban | 19 | 100,0% | 0 | ,0% | 19 | 100,0% |

topo * urban Crosstabulation

Count

| | | urban | | | Total |
|-------|---------|---------|--------|---------|-------|
| | | absence | faible | moyenne | |
| topo | 0-10 m | 1 | 6 | 2 | 9 |
| | 10-20 m | | 3 | 6 | 9 |
| | 20-30 m | | 1 | | 1 |
| Total | | 1 | 10 | 8 | 19 |

Tableaux croisés Dakar Nord

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * sol | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

topo * sol Crosstabulation

Count

| | | sol | | | Total |
|-------|---------|----------------|----------------|----------|-------|
| | | sablo-argileux | argilo-sableux | argileux | |
| topo | 0-10 m | 8 | 1 | | 9 |
| | 10-20 m | 1 | 5 | 2 | 8 |
| | 20-30 m | 4 | 1 | 5 | 10 |
| | 30-40 m | | 1 | 1 | 2 |
| Total | | 13 | 8 | 8 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|----------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| sous.sol * sol | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

sous.sol * sol Crosstabulation

Count

| | | sol | | | Total |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------|-------|
| | | sablo-argileux | argilo-sableux | argileux | |
| sous.sol | rocheux | 8 | 4 | 3 | 15 |
| | sablo-argileux | 2 | | 1 | 3 |
| | argileux | 3 | 4 | 4 | 11 |
| Total | | 13 | 8 | 8 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|--------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * HYDRO | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

topo * HYDRO Crosstabulation

Count

| | | HYDRO | | | Total |
|-------|---------|-------------------|------------------------|----------------------|-------|
| | | nappe profonde | nappe superficielle | nappe affleurante | |
| topo | 0-10 m | 1 | 7 | 1 | 9 |
| | 10-20 m | 8 | | | 8 |
| | 20-30 m | 10 | | | 10 |
| | 30-40 m | 2 | | | 2 |
| Total | | 21 | 7 | 1 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| HYDRO * INOND | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

HYDRO * INOND Crosstabulation

Count

| | | INOND | | | Total |
|-------|------------------------|---------------|-----------------------|----------------|-------|
| | | peu inondé | moyennement inondé | très inondé | |
| HYDRO | nappe profonde | 1 | 5 | 15 | 21 |
| | nappe superficielle | | | 7 | 7 |
| | nappe affleurante | | | 1 | 1 |
| Total | | 1 | 5 | 23 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| HYDRO * DURÉE | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

HYDRO * DURÉE Crosstabulation

Count

| | | DURÉE | | | Total |
|-------|---------------------|-------------|----------------|-----------|-------|
| | | < 24 heures | quelques jours | > semaine | |
| HYDRO | nappe profonde | 4 | 13 | 4 | 21 |
| | nappe superficielle | | 2 | 5 | 7 |
| | nappe affleurante | | | 1 | 1 |
| Total | | 4 | 15 | 10 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| HYDRO * sol * sous.sol | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

HYDRO * sol * sous.sol Crosstabulation

Count

| sous.sol | | | sol | | | Total |
|----------------|-------|---------------------|----------------|----------------|----------|-------|
| | | | sablo-argileux | argilo-sableux | argileux | |
| rocheux | HYDRO | nappe profonde | 1 | 3 | 3 | 7 |
| | | nappe superficielle | 6 | 1 | | 7 |
| | | nappe affleurante | 1 | | | 1 |
| | | Total | 8 | 4 | 3 | 15 |
| sablo-argileux | HYDRO | nappe profonde | 2 | | 1 | 3 |
| | Total | | 2 | | 1 | 3 |
| argileux | HYDRO | nappe profonde | 3 | 4 | 4 | 11 |
| | Total | | 3 | 4 | 4 | 11 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| urban * INOND | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

urban * INOND Crosstabulation

Count

| | | INOND | | | Total |
|-------|---------|------------|--------------------|-------------|-------|
| | | peu inondé | moyennement inondé | très inondé | |
| urban | absence | | | 7 | 7 |
| | faible | | 2 | 9 | 11 |
| | moyenne | 1 | 2 | 5 | 8 |
| | haute | | 1 | 2 | 3 |
| Total | | 1 | 5 | 23 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| urban * DURÉE | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

urban * DURÉE Crosstabulation

Count

| | | DURÉE | | | Total |
|-------|---------|-------------|----------------|-----------|-------|
| | | < 24 heures | quelques jours | > semaine | |
| urban | absence | | 1 | 6 | 7 |
| | faible | 1 | 6 | 4 | 11 |
| | moyenne | 2 | 6 | | 8 |
| | haute | 1 | 2 | | 3 |
| Total | | 4 | 15 | 10 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|--------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| topo * urban | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

topo * urban Crosstabulation

Count

| | | urban | | | | Total |
|-------|---------|---------|--------|---------|-------|-------|
| | | absence | faible | moyenne | haute | |
| topo | 0-10 m | 4 | 3 | 2 | | 9 |
| | 10-20 m | 1 | 5 | 2 | | 8 |
| | 20-30 m | 2 | 1 | 4 | 3 | 10 |
| | 30-40 m | | 2 | | | 2 |
| Total | | 7 | 11 | 8 | 3 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| RESEAU * INOND | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

RÉSEAU * INOND Crosstabulation

Count

| | | INOND | | | Total |
|--------|-----------|------------|--------------------|-------------|-------|
| | | peu inondé | moyennement inondé | très inondé | |
| RESEAU | absence | | 2 | 18 | 20 |
| | existence | 1 | 3 | 5 | 9 |
| Total | | 1 | 5 | 23 | 29 |

Crosstabs

Case Processing Summary

| | Cases | | | | | |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|
| | Valid | | Missing | | Total | |
| | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| RESEAU * DURÉE | 29 | 100,0% | 0 | ,0% | 29 | 100,0% |

RÉSEAU * DURÉE Crosstabulation

Count

| | | DURÉE | | | Total |
|--------|-----------|-------------|----------------|-----------|-------|
| | | < 24 heures | quelques jours | > semaine | |
| RESEAU | absence | | 11 | 9 | 20 |
| | existence | 4 | 4 | 1 | 9 |
| Total | | 4 | 15 | 10 | 29 |