

LES PROBLEMES DE DRAINAGE DES EAUX PLUVIALES SUR LE SITE URBAIN DE BRAZZAVILLE

The problems of rain-water drainage on the urban site of Brazzaville

D. LOEMBE *

ABSTRACT

In recent years, the agglomeration of Brazzaville has been faced with problems of water drainage after every heavy rainfall. Even areas formerly well-drained are now places of water stagnation and floods.

This situation is not attributable to the conditions of physical environment only which, on the whole, are not so unfavourable. It is also and especially due to transformations that people make to this environment often without adequately and efficiently adapting it.

The observable consequences are now damage to the environment and to health conditions. The short- and middle-term solution is perhaps a concerted action of the authorities and the population.

RESUME

Ces dernières années, l'agglomération de Brazzaville est confrontée à des problèmes d'évacuation des eaux après toute pluie importante. Même des secteurs autrefois bien drainés sont actuellement des lieux de stagnation des eaux et d'inondation.

Cette situation n'est pas imputable aux seules conditions du milieu physique qui, somme toute, ne sont pas si défavorables. Elle incombe, aussi et surtout, aux transformations que l'homme fait subir à ce milieu sans que celui-ci soit le plus souvent aménagé de façon adéquate et efficace.

Les conséquences observables actuellement sont une dégradation du milieu de vie et des conditions d'hygiène. La solution envisageable à court et moyen termes est une action concertée des pouvoirs publics de la population.

* Communication présentée en avril 1986 aux Journées d'Etude sur Brazzaville, organisées par l'ORSTOM et l'Association des Géographes du Congo (AGECO).

** Département de Géographie, Université Marien Ngouabi, B.P. 2642, Brazzaville, Congo.

INTRODUCTION

L'agglomération de Brazzaville au Congo, qui abrite depuis 1984 (date du dernier recensement) 600.000 habitants sur une superficie de 10.000 ha, se trouve de plus en plus confrontée à de sérieux problèmes de drainage des eaux pluviales, et d'assainissement. Un peu partout, dans le périmètre urbain, même dans des secteurs autrefois bien drainés et assainis, se produisent des stagnations d'eaux et des inondations. Des voiries recouvertes sont souvent ensablées après chaque pluie importante; des ouvrages d'assainissement sont encombrés de déchets solides de toutes sortes, notamment de sable sur lequel pousse une certaine végétation ...

Cette situation a pour conséquence la dégradation des conditions d'hygiène et du milieu de vie. Elle se traduit par une exacerbation des phénomènes d'érosion, une augmentation des moustiques de plus en plus agressifs ainsi qu'une morbidité et une mortalité infantile particulièrement accrues. Celles-ci entraînent une élévation du coût social de la santé et de la mort.

La situation est si préoccupante qu'une opération d'élimination des moustiques a été lancée par les autorités municipales : cette opération pourrait ne pas produire les effets escomptés faute d'assainissement préalable du milieu.

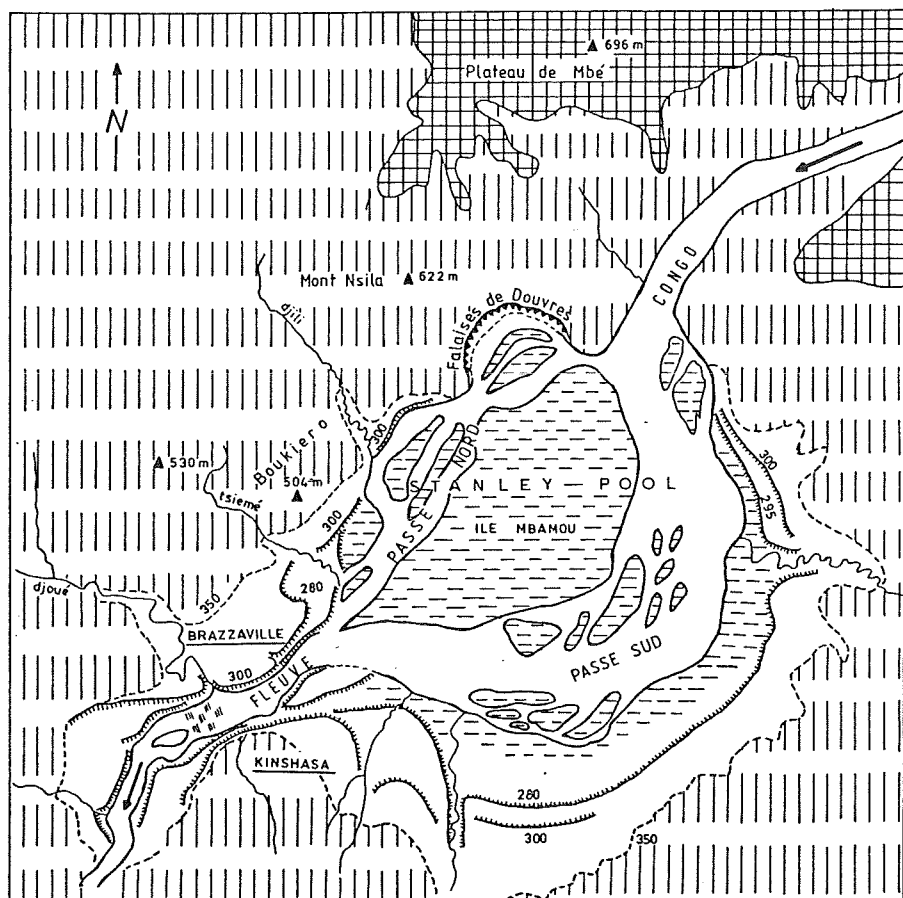
Aussi, la présente étude va tenter de :

- déterminer les différentes responsabilités dans le mauvais drainage des eaux pluviales qui tombent sur le site,
- dégager, après avoir montré comment le drainage des eaux pluviales se fait sur le site, les conséquences sur l'environnement et la santé,
- enfin, faire quelques suggestions utiles, susceptibles de contribuer à l'amélioration d'une situation qui, dans un contexte économique-financier déjà difficile, ne fait qu'empirer.

LE MILIEU DE DRAINAGE

Situation et site

Le milieu de drainage étudié se situe dans le bassin de Stanley¹ Pool, dont il occupe la rive droite, à 4°15' S et 15°15' E. Ce bassin est un territoire constitué de plaines et de collines (fig. 1).



LEGENDE

Plateau Bateke

Zones des collines

Basse plaine alluviale, îles.

Falaises

Limite de la dépression fluvio lacustre

Abrupt limitant les niveaux

Rapides

0 2,5 5 7,5 10 Km

Fig. 1 : Brazzaville dans le bassin du Stanley-Pool.
(Fond extrait de G. SAUTTER, 1966).

Le site, occupé par la ville qui compte sept arrondissements et couvre une superficie de 10.000 ha, se présente comme une succession de niveaux dégressifs du sud-ouest vers le nord-est, c'est-à-dire avec un arrière-pays de collines qui forment une barrière au nord et au nord-est (Fig. 1).

Ces niveaux sont considérés par certains auteurs (LOMBARD, 1928; LEBEDEFF, 1934; SAUTTER, 1966) comme des terrasses du fleuve Congo, à l'instar de celles observées dans la plaine de Kinshasa, sur la rive gauche; ce qui est contesté en partie par d'autres (CHEVALIER *et al.*, 1972; GIRESE *et al.*, 1981) qui trouvent les indices insuffisants.

Le niveau le moins élevé, dénommé "plaine", couvre le tiers de la ville dans sa partie est et nord-est. Son altitude ne dépasse pas 290 m. C'était jadis une zone en grande partie marécageuse qui a été assainie à la suite d'opérations de drainage et de remblaiement. A ce jour, bien des secteurs conservent encore cet aspect marécageux.

Le niveau le plus élevé, le "plateau" a une altitude qui ne dépasse pas 325 m; la courbe de niveau de 300 m correspond à la rupture de pente qui le sépare de la "plaine". Contrairement à cette dernière, il est plus sain et originellement non marécageux.

Outre les incisions linéaires, oeuvre des ruisseaux et des rivières qui drainent le site, la topographie des deux unités décrites ci-dessus est dans son ensemble peu tourmentée : la pente générale des terrains y est faible (moins de 5 %), exceptée celle des versants des vallées et des collines.

L'hydrologie

Le Stanley-Pool constitue le niveau de base local et l'artère vitale du réseau hydrologique (Fig. 2). Son débit varie selon les saisons de 30.000 à 80.000 m³ sec⁻¹. La période de crue se situe en novembre-décembre, pendant la saison des pluies, et celle de l'étiage en saison sèche, aux mois de juillet-août. La variation extrême du plan d'eau est de + 273,39 à + 267,09 m. L'augmentation du plan d'eau en période de crue peut avoir des influences sur les drains, notamment ceux qui se situent dans la ville basse.

Sur cette artère principale, débouchent des ruisseaux et des rivières pérennes (Fig. 2) qui divisent le site en une dizaine de bassins versants (Tabl. VI).

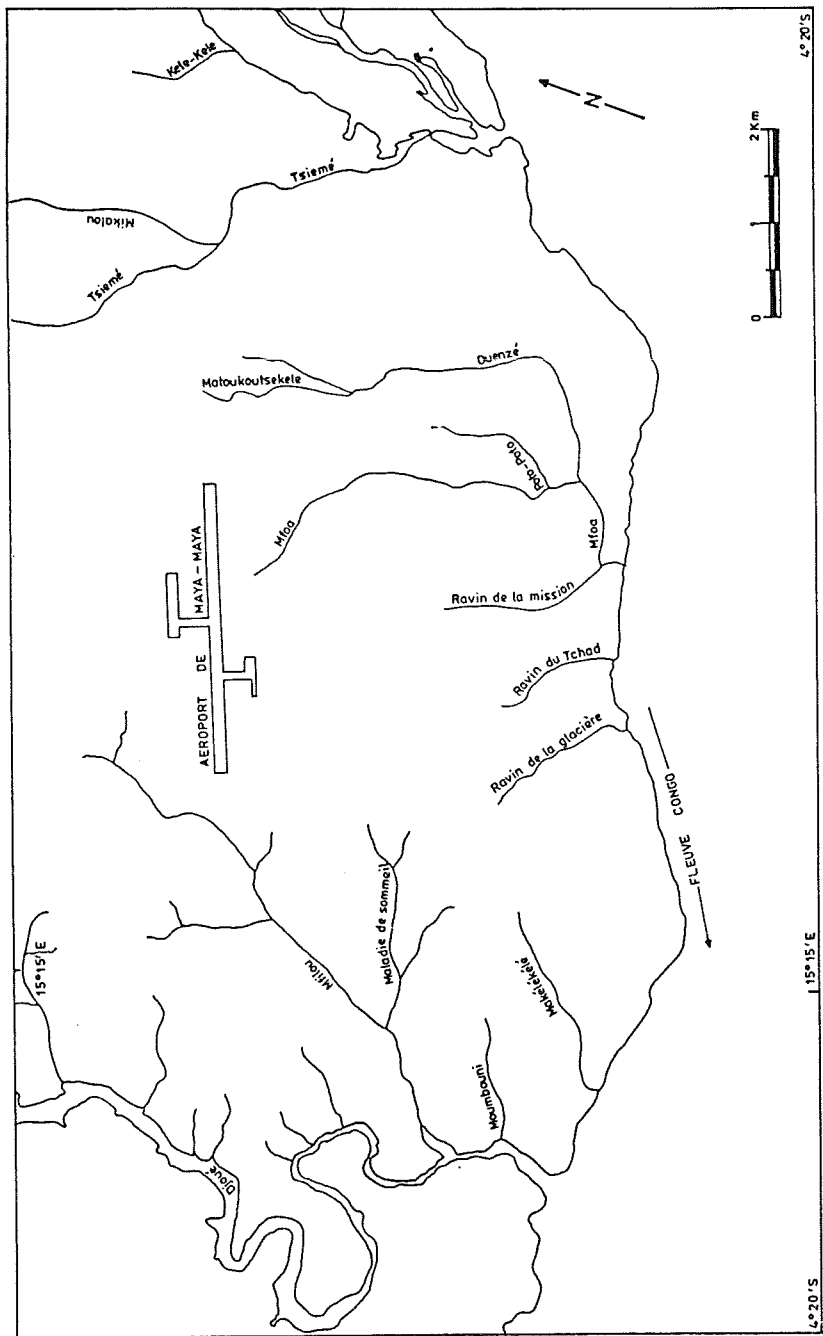


Fig. 2 : Le réseau hydrologique du site de Brazzaville.

Les cours d'eau du "plateau" sont nettement plus encaissés; dans la "plaine", par contre, cet encaissement très faible disparaît dans certaine partie du cours, si bien qu'à chaque crue importante, les cours d'eau débordent et causent des inondations dans les environs immédiats.

Exceptés le Djoué et la Tsiémé, dont une bonne partie des bassins se situe à l'extérieur du périmètre urbain, la totalité des bassins versants est contenue à l'intérieur de cette limite.

L'hydrologie souterraine est peu connue. Toutefois l'existence de nombreux puits et de quelques sondages permet de situer la nappe phréatique à moins de 3 m dans la ville basse. Elle affleure souvent en périodes humides et n'est pas étrangère au caractère marécageux et à l'humidité quasi permanente des terrains, observée, même en saison sèche, dans cette partie de la ville.

Dans le "plateau", par contre, la nappe se situerait à quelque 15 m de profondeur. Elle est visible en période d'étiage, au fond des ravins, où elle alimente l'écoulement des ruisseaux sous la forme d'un maigre filet d'eau.

Les formations pédogéologiques (Fig. 3)

Les formations superficielles qui recouvrent le site et sur lesquelles s'opèrent l'écoulement et l'infiltration des eaux pluviales sont constituées essentiellement de podzols et de sables argileux remaniés. Ceux-ci reposent sur un substrat gréseux.

Ces formations de couverture qui procèdent des collines de Brazzaville ont été déposées lors des phases pluviales du Quaternaire.

Le substrat gréseux comprend les grès de Stanley-Pool (SP), d'âge secondaire, dont deux étages (SP1 et SP2) sont ici représentés, et le grès de l'Inkisi (I) de la série schisto-gréseuse, d'âge précambrien, qui n'affleure très largement qu'au-delà du Djoué (Fig. 3). Les grès du Stanley-Pool sont argileux, tendres et perméables; celui de l'Inkisi est arkosique, peu perméable mais relativement résistant. Toutefois la présence de diaclases ou de fissures en son sein peut contribuer à accroître sa perméabilité.

Il faut enfin signaler la présence au toit du SP2 d'un niveau induré imperméable, la dalle silicifiée, détecté lors de quelques sondages. Cette dalle porte la nappe phréatique là où elle est observée, comme dans le ravin de Makelekele à 20 m au-dessus du niveau moyen du fleuve.

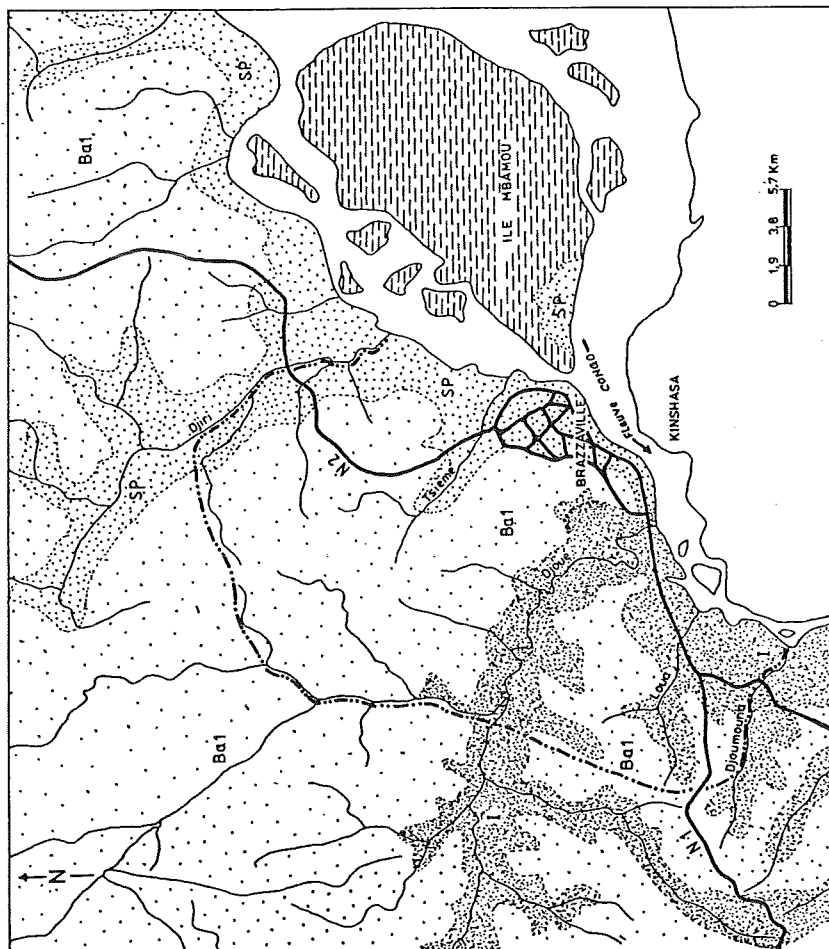


Fig. 3 : Géologie de Brazzaville (Extrait de P. DADET, 1969).

Dans la "plaine", elle se situe à très faible profondeur dans certains secteurs où des puits permettent de l'observer. Dans cette partie de la ville, elle semble s'être effondrée. Des sondages récents n'ont pas permis de prouver sa présence sur tout le site, tant dans le "plateau" que dans la "plaine".

Les dépôts de couverture sont perméables et favorables à une importante infiltration d'eau. Toutefois, à mesure qu'on se rapproche du fleuve, la quantité d'argile augmente et la perméabilité du sol diminue. Dans les secteurs où la dalle est absente, les sables forment avec les grès du Stanley-Pool, une épaisse masse perméable, favorable à l'infiltration profonde des eaux pluviales.

Le climat

Il est tropical humide caractérisé par une chaleur permanente tout au long de l'année, une température moyenne de 25° C et deux saisons contrastées :

- une saison pluvieuse de 8 à 9 mois, d'octobre, parfois de septembre à juin,
- une saison sèche de 3 à 4 mois, de juin à août ou parfois à septembre.

La saison pluvieuse connaît une période de fléchissement en janvier et février. Cette période de récession pluviométrique est appelée à tort petite saison sèche, bien que son indice mensuel soit supérieur à 30 mm considérés pour la zone comme valeur en-deçà de laquelle un mois est dit écologiquement sec (AVENARD, 1969).

L'indice pluviométrique annuel est de 1200 à 1400 mm. Il n'a aucune signification, car il masque une mauvaise répartition des pluies : les plus intenses se concentrent en novembre et mars-avril qui sont les mois les plus humides. Ces mois correspondent aussi aux périodes de forte chaleur avec des températures parfois supérieures à 30° C. Ils déterminent également une évaporation importante. Mais les pertes sont compensées d'une part, par les pluies qui tombent durant cette période et d'autre part, par de fortes nébulosité et une humidité atmosphérique élevée. Celles-ci réduisent l'action de l'évaporation, si bien que du point de vue hydrologique, le rendement de la nappe phréatique demeure largement positif.

Juin, juillet et août sont les mois secs de l'année. Mais durant ces mois, contrairement à ce qui s'observe dans la plupart des régions intertropicales, il fait "frais", avec une température de moins de 25° C

et le déficit hydrique du sol est faible. Ce moindre déficit est la conséquence d'une péjoration de l'insolation et de la radiation solaire, due surtout à la présence quasi permanente d'un bas plafond nuageux épais et continu, qui ne favorise pas l'action des rayons solaires. Elle est renforcée par une humidité atmosphérique, encore forte en cette saison, qui explique une évaporation limitée. La remontée plus au Nord, non loin des côtes congolaises, du courant marin froid de Benguela, en cette période de l'hiver austral, n'est probablement pas étrangère à ce phénomène.

Cette situation paradoxale pour la saison et pour une région située près de l'Equateur se répercute sur la végétation dont le climat est forestier.

La végétation

Elle est constituée de savanes herbeuses et arbustives et de quelques reliques de forêt secondaire (réserves de la Patte d'oie, de la Tsieme, galeries forestières des vallées et ravins). Ces végétations forestières sont appelées à disparaître si aucune politique n'est envisagée pour leur sauvegarde. Quelques bosquets sont encore présents sur le "plateau" et sur les collines limitrophes. Dans l'ensemble, la forêt cède le pas à la savane et à l'habitat sur les deux sites.

A l'intérieur des espaces construits prédominent des arbres fruitiers et à ombrage, qui donnent à la ville son aspect verdoyant, d'où ce nom de "Ville verte" que porte Brazzaville.

La végétation a une influence sur les réserves hydriques des sols. Cette influence est fonction de la densité du couvert végétal et de sa nature. Aussi, la nappe souterraine des parties des bassins versants encore couvertes de forêts a un rendement élevé car son alimentation y est favorisée. En revanche, sur les parties occupées par la savane, la tendance au ruissellement direct est relativement soutenue, et favorise par conséquent des crues : les sols sous savane subissent des variations de température plus importantes que ceux sous forêt. Ce qui a pour conséquence leur dessèchement superficiel et la rétention superficielle des eaux pluviales qui sont réévaporées. Aussi, l'infiltration des eaux vers les horizons inférieurs connaît une péjoration.

Cause essentielle

Les pluies sont la cause principale des problèmes de drainage sur le site urbain de Brazzaville. Celles qui tombent dans la région se caractérisent par de fortes intensités, des hauteurs importantes et une succession dans le temps qui ne laisse pas souvent au sol le temps de se ressuyer (LOEMBE, 1978).

Les intensités ci-après ont été relevées :

Date	Intensité en mm.min^{-1}	Débit correspondant en $1.\text{ha}^{-1}.\text{sec}^{-1}$
Mars 1964	5,1	850
Avril 1964	4,4	733
Octobre 1971	4,3	717
Avril 1975	4,7	783

Tableau I.

Les hauteurs enregistrées en 24 heures ont aussi été relevées dans les statistiques de la Météorologie nationale ainsi que l'indique le tableau suivant :

Date	Hauteurs en mm	Durée
21 novembre 1973	131	12 H 02
24 novembre 1974	88	4 H
1er mars 1975	103	5 H 48

Tableau II.

Il est difficile à un sol, même très perméable, d'absorber en un laps de temps aussi court, une si importante masse d'eau : les fortes intensités se développent pendant les 5, 15 ou 30 premières minutes de chutes, quelle que soit l'importance des pluies. Il faut ajouter à cela la succession des pluies à très court terme, comme il a été relevé en novembre 1971 où il a plu presque quotidiennement pendant 23 jours (LOEMBE, 1978). La même succession a été observée tout récemment au mois d'avril 1986 où une pluie est tombée tous les 2 ou 3 jours.

Dans ces conditions, on comprend que le sol n'a pas le temps de se

ressuyer entre deux pluies et que des ruissellements importants se produisent, en écourtant les temps de concentration des eaux qui alimentent les crues. Ces crues sont si soudaines qu'elles ne peuvent être évacuées par des ouvrages d'assainissement qui, pour la plupart, ne sont pas conçus pour de telles quantités d'eau.

Les facteurs

On peut expliquer les problèmes de drainage, au-delà des caractères des pluies décrits ci-dessus, par la nature même du site, c'est-à-dire par ses caractéristiques intrinsèques et surtout par les transformations que ce milieu a subies sous l'effet des activités humaines.

Facteurs liés au site naturel

La pente et la forme du terrain, les caractéristiques hydrodynamiques du complexe sol-sous-sol et le régime des cours d'eau sont, dans le contexte naturel actuel, responsables, en partie, du mauvais drainage du site.

La pente et la forme du terrain

Le terrain sur l'ensemble du site n'est pas accidenté. Il a une pente faible qui ne dépasse pas 5 %, exceptée celle des versants des ravins et des collines limitrophes. Une telle topographie présente des avantages et des inconvénients.

Une faible pente, en effet, rend aisée l'urbanisation, et réduit à leur valeur moyenne les investissements pour la création des équipements et des infrastructures. En revanche, son absence dans certains secteurs peut, présenter des inconvénients, notamment pour le drainage des eaux pluviales qui se fait mal, et provoquer la stagnation des eaux plusieurs jours après la pluie. Elle peut, en outre, élever le coût des ouvrages d'assainissement dont la construction requiert de creuser des tranchées plus profondes pour obtenir une pente suffisante à un drainage efficace.

Cette situation se remarque surtout dans la "plaine" où les quartiers de Poto-Poto, Mounkali et Ouenzé sont les plus affectés.

La forme du terrain aussi intervient : des dépressions fermées comme le secteur du "Docteur Blacher", à Gamba, et le secteur du CEG "Commune de Bacongo", à Bacongo, favorisent des inondations fréquentes des habitations.

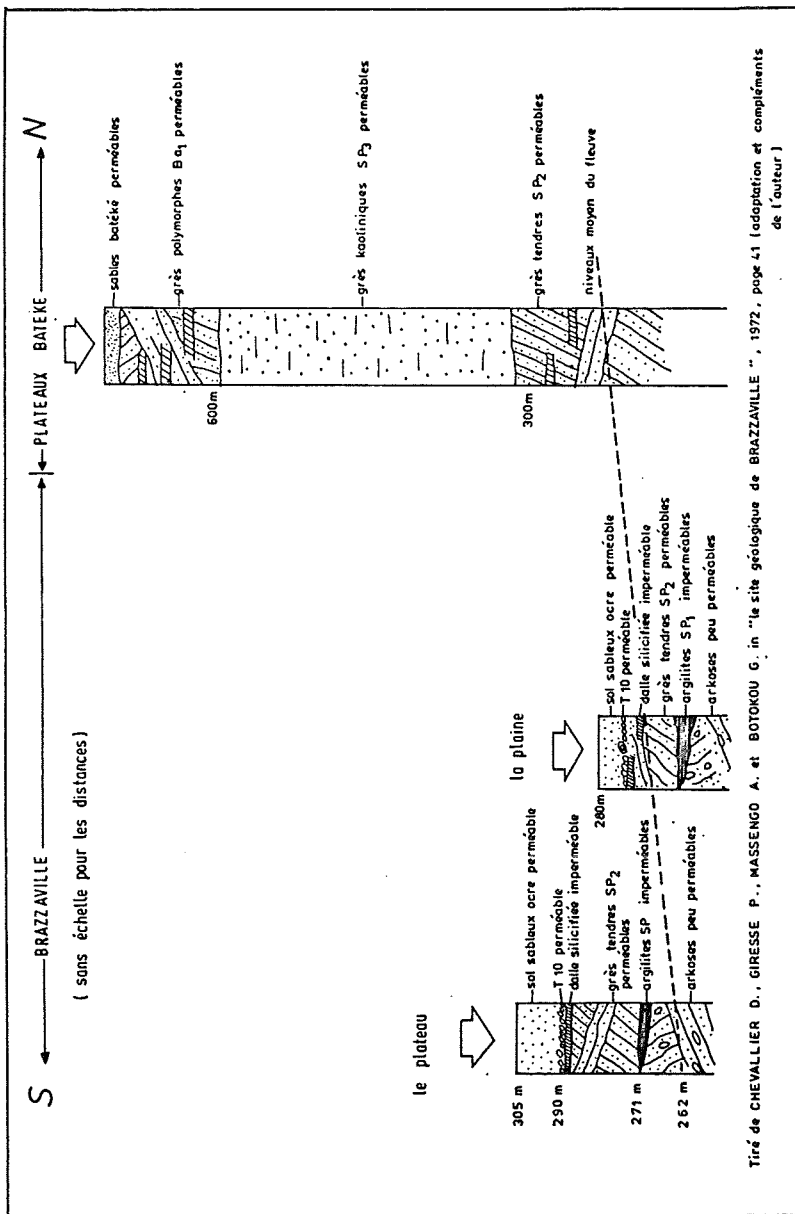


Fig. 4 : Les formations pédologiques du site et leur aptitude à absorber de l'eau.

Les caractéristiques hydrodynamiques du complexe sol-sous-sol (Fig. 4)

Les formations pédogéologiques du site, constituées de sables et de grès sont perméables. SAUTTER (1970), avait trouvé expérimentalement des valeurs de 2 à 4 cm.min⁻¹ dans les sables ocres. A Kinshasa, VAN CAILLIE (1983), a déterminé les valeurs suivantes : sables fins et peu argileux de la série des sables ocres, 10⁻³ cm.sec⁻¹ ; sables limoneux et limons sableux des sols de la zone des collines, 10⁻³ à 10⁻⁴ ; sable argileux ou argile sableuse provenant de la décomposition des grès du Stanley Pool et de l'Inkisi, 10⁻⁴ à 10⁻⁷ ; argiles, 10⁻⁷.

Ces valeurs exprimées en darcy ⁽¹⁾ correspondent, d'après CASTANY, cité par VAN CAILLIE (1983) et PARDE (1968, p. 32), aux qualités ci-après de terrains qu'elles permettent de définir : plus de 10 cm.sec⁻¹ pour les terrains très perméables, 10 à 10⁻⁴ pour les terrains moyennement perméables, 10⁻⁴ à 10⁻⁷ pour les formations peu perméables et moins de 10⁻⁷ pour les milieux étanches.

Cette perméabilité des formations se vérifie (observations de terrain) puisqu'il faut généralement environ 1 heure aux abats pour qu'ils s'infiltrant totalement.

Un tel pouvoir d'absorption du matériel a pour avantage, de modérer le caractère torrentiel des pluies et de retarder ainsi la lame de crue qui parvient aux drains naturels; ce qui leur permet de jouer pleinement leur rôle.

La perméabilité naturelle des formations pédogéologiques est parfois contrariée par la présence de la dalle silicifiée étanche. Celle-ci se localise sous un sol de faible épaisseur, moins de 3 m dans certains secteurs, dans la "plaine" où elle détermine souvent des inondations et une humidité permanente. Elle n'est probablement pas étrangère à l'appellation donnée à l'arrondissement 3, Poto-Poto (terme local signifiant boue). Dans le "plateau" où l'épaisseur des sols atteint et dépasse même les 15 m, elle ne pourrait contrarier l'infiltration des eaux qu'au-delà de cette profondeur.

Le régime hydrologique des cours d'eau

Il est pluvial à deux crues situées en novembre et en avril, en accord avec les maximums pluviométriques. La puissance de ces crues est

(1) Un darcy correspond à la perméabilité d'un matériau débitant 1 cm³.sec⁻¹ à travers une surface de 1 cm² sous un gradient normal à cette surface de 1 atmosphère par cm². A la température de 20° C, 1 darcy = 1.10⁻⁸ cm.sec⁻¹.

déterminée par les débits spécifiques de quelques cours d'eau jaugés dont certaines valeurs, quoique anciennes et reflétant peu la réalité actuelle, permettent toutefois de se faire une idée : le Congo à Brazzaville, $11 \text{ l.sec}^{-1} \text{ km}^{-2}$; la Tsiémé, $12,2 \text{ l.sec}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (CHAPERON, 1965); la Mfoa, $23,8 \text{ l.sec}^{-1} \text{ km}^{-2}$ et la Ouenze, $10,4 \text{ l.sec}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (Ann. hydr. F.O.M., 1955). La valeur obtenue pour la Mfoa semble trop forte pour un débit d'étiage; par conséquent, il est plus réaliste de la rapprocher de celle de la Ouenze, ou du Djoué qui est de $11,8 \text{ l.sec}^{-1} \text{ km}^{-2}$, à Kibossi, à quelques kilomètres de Brazzaville.

L'étude des débits de la Mfoa et de la Ouenze a permis, en outre, de déterminer que pour des averses d'intensité de 50 à 100 mm.h^{-1} , ces ruisseaux sont entrés instantanément en crue : la Ouenze est montée de 95 cm en 14 min et la Mfoa a donné un débit de pointe de $18 \text{ m}^3.\text{sec}^{-1}$ équivalent à $2860 \text{ l.sec}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Il faut signaler enfin qu'un autre cours d'eau, la Lefini, dont le bassin, à l'instar de ceux de Brazzaville, est situé essentiellement sur les sables et grès tendres Batéké, a présenté des sautes brusques de 8 à 10 m^3 en 24 heures pour un débit de base de 400 m^3 .

Ces quelques valeurs indiquent bien que les rendements des bassins versants du site sont élevés. Ils procèdent, en effet, de la pluviosité qui est substantielle, de l'encaissement des rivières et des ruisseaux au sein de la nappe phréatique et de l'état des réserves de celle-ci. Ce sont ces données qui expliquent en partie que, même durant les trois mois de sécheresse, les cours d'eau sont toujours alimentés et l'écoulement présente un caractère pérenne.

Ces considérations doivent toutefois être nuancées. En effet, associées à l'occupation et aux transformations des sols des bassins par l'urbanisation, ces données peuvent déterminer des crues importantes. En revanche, les conditions de l'écoulement sur le site sont susceptibles de modérer cette situation. Ces conditions, réglées par la conjonction des variables telles que la faiblesse de la pente générale du réseau hydrologique (moins de 8 %), la forme allongée des bassins et la texture sableuse des formations pédogéologiques, devraient favoriser l'étalement des débits.

Les facteurs liés aux transformations artificielles du milieu

Les modifications que la population apporte et a apportées au milieu urbain ont un effet contraire à celui modérateur du milieu naturel.

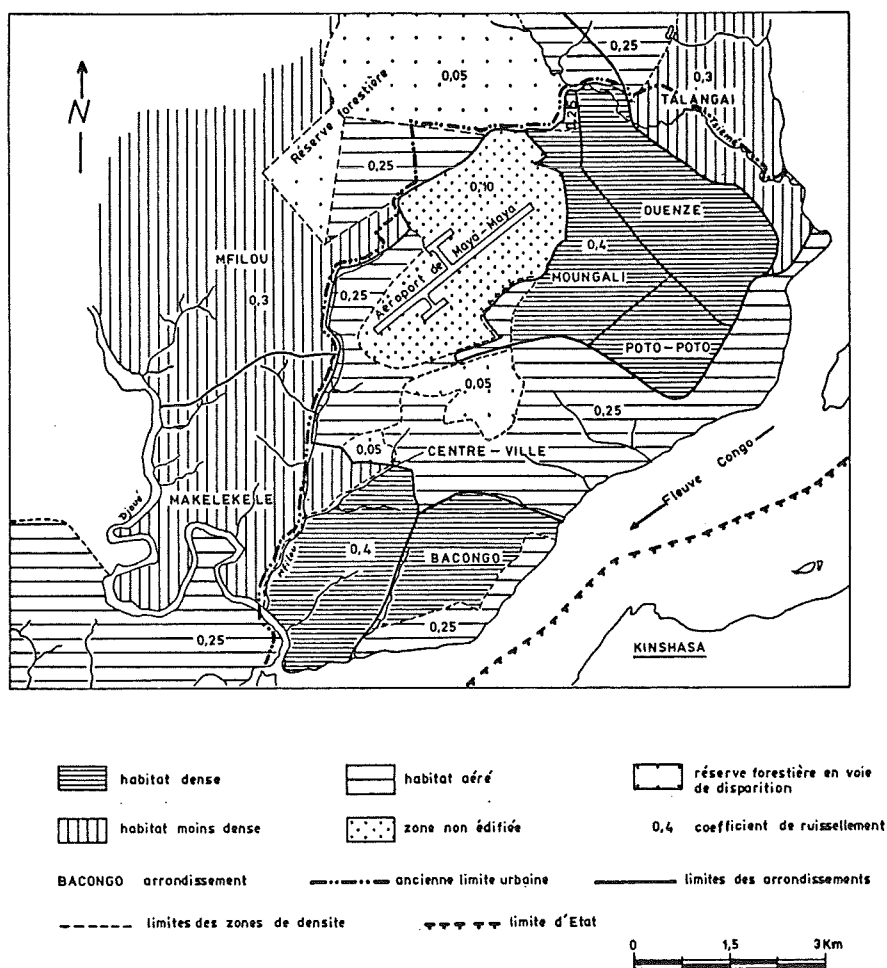


Fig. 5 : Densité de l'habitat (Fond d'après Atlas de la Rép. pop. Congo, 1977).

Ainsi, la densification de l'habitat, la dégradation et le revêtement artificiel des sols, sont autant de facteurs qui aggravent les problèmes de drainage sur le site (LOEMBE, 1983).

Densification de l'habitat

Elle intervient à des degrés divers, selon les types de cités (Fig. 5). Les cités populaires viennent en tête avec une densification élevée. Mais il faut signaler que même parmi ces cités populaires, une distinction doit être faite entre celles qui sont anciennes et saturées par 2 à 4 constructions par parcelle et les extensions récentes qui n'en portent généralement qu'une.

Dans ces extensions, l'occupation des sols des parcelles de 400 à 625 m² (la moyenne municipale étant de 360 à 400 m²) est toujours marquée par la construction d'une petite habitation, de 36 à 42 m², dont la toiture a un seul pan. La densification intervient plus tard par ajout de constructions supplémentaires, notamment la grande habitation principale sur des espaces libres réservés à cet effet. Elles sont suivies par les constructions des cités planifiées qui n'ont que 77 m² en moyenne. Une tendance à la densification dans ces cités s'observe lorsqu'une construction plus petite ou des pièces supplémentaires sont ajoutées.

Enfin, les densités les plus faibles se remarquent dans les cités résidentielles du centre ville où l'habitat individuel est très aéré : une seule construction implantée au milieu d'un jardin ou d'une pelouse, dans une grande parcelle de plus de 1.000 m².

Ces constats sont confirmés par le recensement de 1984 sur l'habitat comme il apparaît dans le tableau III.

Arrondissement	Superficie en ha	Nombre de constructions	Densité à l'ha
Makélékélé	1.416	16.026	11
Bacongo	613	8.405	14
Poto-Poto	390	8.009	20
Moungali	693	10.677	15
Ouenze	588	15.759	27
Talangaï	2.270	14.659	6
Mfilou	2.178	10.738	5
Centre-Ville	1.852	1.385	1

Tabl. III : Densité de l'habitat par arrondissement.

La densification de l'habitat dans certaines cités joue un rôle important dans la part des eaux pluviales livrées au ruissellement et qui participent à la montée brutale de l'onde de crue dans les ouvrages de drainage. En effet, une parcelle occupée aux deux tiers par des constructions, à l'exemple des cités populaires anciennes, présente aux précipitations la surface des toitures totalement imperméable. Celle-ci a un coefficient de ruissellement estimé à 0,9, compte tenu de l'humectation et de l'évaporation conséquente.

Les toitures des maisons dans les cités populaires ne sont pas dotées de gouttières pour la collecte et la maîtrise des eaux pluviales, ces dernières entretiennent un ruissellement en nappe important.

Revêtements artificiels des sols

Les sols sur l'ensemble de l'agglomération sont faiblement revêtus et imperméabilisés : 110 km de voiries seulement sont revêtus sur les 1.100 km existants, auxquels il faut ajouter les cours de quelques parcelles cimentées ou dallées. Ces surfaces étanches ont aussi, à l'instar des toitures, un coefficient de ruissellement de 0,9.

En dehors de ces quelques cas d'imperméabilisation, la surface des sols sableux du site est peu transformée, malgré des tassements engendrés par les passages répétés des populations et des véhicules. Ainsi, ces sols conservent encore une partie de leur perméabilité naturelle.

Les revêtements des sols diffèrent selon les types de cités. Dans les cités populaires, l'imperméabilisation des sols est faible. En effet, exceptées quelques voiries primaires revêtues, toutes les autres voiries, secondaires et tertiaires, sont encore en terre. Avec les terrains environnants dont les surfaces sont peu transformées, elles devraient favoriser l'infiltration d'une grande partie des eaux pluviales. En revanche, ces voiries non revêtues sont des sources d'approvisionnement en particules sableuses qui engorgent le réseau de drainage.

Dans les cités planifiées et le centre-ville, l'imperméabilisation des sols paraît plus importante car les voiries secondaires et certaines voiries tertiaires sont revêtues. Mais en réalité, il n'en est rien puisqu'une grande partie des sols des parcelles des cités résidentielles et des centres administratifs et d'affaires, ainsi que leurs abords, est recouverte de pelouse ou de jardins favorables à l'infiltration. Toutefois, la rénovation en cours de ces centres, avec la suppression de certains jardins ou parcs, la construction des immeubles à plusieurs ni-

veaux et l'imperméabilisation des sols aux abords de ces constructions, entraînera probablement un ruissellement plus important au détriment de l'infiltration actuelle.

Les coefficients de ruissellement ou d'imperméabilisation superficielle des sols qu'il convient de retenir pour l'agglomération, lors de la construction de nouveaux ouvrages de drainage ou de la remise au gabarit de ceux existants, se présentent comme suit :

Types de cités ou de zones	Types d'habitat	Coefficient de ruissellement
- Populaires anciennes	Dense	0,4
- Populaires moins anciennes et planifiées	Moins dense	0,3
- Résidentielles, centres administratif et d'affaires, populaires périphériques	Aéré	0,25
- Non édifiées	Terrains nus	0,10
- Boisées ou parfaitement recouvertes de savane	Terrains bien protégés	0,05

Tabl. IV : Coefficient de ruissellement en fonction de types d'habitat et de cités.

Ces valeurs ont été retenues en considération des coefficients déterminés par HERBAUD en 1966 sur le bassin de Makélékélé, soit 20 à 30 % pour l'ensemble du bassin semi-urbanisé à cette époque et 36 % pour sa partie la plus urbanisée. Elles tiennent compte aussi des valeurs communément admises (S.M.U.H. 1978) présentées dans le tableau V ci-après:

Types d'habitat	Coefficient de ruissellement
Très dense	0,8 à 0,9
Dense	0,6 à 0,7
Moins dense	0,4 à 0,5
Résidentiel	0,2 à 0,3
Zone non édifiée	0,15 à 0,2
Zone boisée	0,05 à 0,10

Tabl. V : Coefficient de ruissellement en fonction de types d'habitat.

Dégradation des bassins versants

Elle est le plus grand responsable des problèmes du mauvais drainage sur le site. Le caractère torrentiel des pluies affecte gravement les sols non protégés qui se dégradent très vite. L'érosion pluviale des sols favorise un ruissellement plus important et le détachement des particules sableuses qui sont ensuite transportées par les eaux de ruissellement jusqu'aux drains qu'elles engorgent. Cette dégradation accroît la torrencialité du régime des crues qui deviennent brutales. Les accumulations de sables dans le lit des cours d'eau et dans les ouvrages d'assainissement rendent ces dernières inefficaces; ce qui entraîne le mauvais drainage responsable des inondations, la stagnation des eaux et la dégradation des conditions d'hygiène et de vie dans l'agglomération.

Autres facteurs amplificateurs du phénomène

Le comportement et certaines habitudes négatives de la population, l'augmentation du parc automobile, la mauvaise conception de certains ouvrages de drainage et l'absence d'entretien de ces derniers sont autant de facteurs qui aggravent une situation déjà préoccupante.

Si la population lorsqu'elle est mobilisée, aide grandement à l'assainissement du milieu par des opérations de curage, balayage et désherbage, elle adopte, en revanche, certaines pratiques qui vont à l'encontre de cette volonté de vivre dans une ville saine.

Le Brazzavillois, en dehors de sa parcelle, se préoccupe peu de son environnement. C'est ainsi que la pratique la plus courante consiste à déverser des eaux pluviales ou usées hors des parcelles, sans se préoccuper de leur devenir. Ce comportement contribue à accentuer le ruissellement, à dégrader le site et à polluer l'environnement.

Une autre pratique courante consiste à tout jeter (ordures, animaux morts, matelas, carcasses d'engins ...) dans les collecteurs des eaux pluviales. Ces déchets solides de toutes natures participent, avec des accumulations de sable, à l'engorgement des collecteurs dont l'entretien devient difficile et cher. En outre, les rues devenues des décharges se transforment en bourbiers qui rendent la circulation difficile et favorisent la stagnation des eaux.

Enfin, la recherche des terrains à bâtir conduit des habitants à construire dans des lits de ruisseaux et sur des collecteurs qu'ils détruisent, dans des bas-fonds insalubres et souvent inondés pourtant mis en défens, ou, sur des voies de service qui longent les collecteurs. La

piscine de Ouenze et les voies de service indispensables à l'entretien du collecteur de Poto-Poto, sont occupées par des habitations : le barrage ainsi édifié sur la Ouenze, et l'impossibilité d'entretenir le collecteur de Poto-Poto, entraînent souvent des inondations dans des zones situées en amont.

Les autres collecteurs, bien que d'accès aisé ne sont pas en meilleur état. L'ensemble des ouvrages de drainage de Brazzaville sont ensablés et fonctionnent très mal ou pas du tout. Les moyens mis à la disposition du service de nettoyage sont trop limités pour lui permettre d'être opérationnel. Les moyens financiers et le personnel sont très insuffisants : une trentaine d'agents seulement formés sur le tas pour l'assainissement des 142 km d'ouvrages de drainage qui existent dans l'agglomération.

Ce personnel comprend de nombreuses personnes âgées, près de la retraite, souvent malades ou déclarées invalides, dont le rendement est très médiocre. L'absence d'encadrement, qu'explique le nombre encore très insuffisant des cadres, ne favorise guère un travail efficace; en outre, le matériel de soutien logistique est également insuffisant : des véhicules et engins délabrés ou en panne depuis au moins deux ans; un outillage en nombre très insuffisant parce que souvent détourné de sa fonction première.

On ne voit pas comment, dans de telles conditions, quelle que soit l'imagination de ceux qui sont chargés d'assurer l'entretien de ces ouvrages, un travail efficace peut être réalisé. Toutefois, quelques actions timides sont entreprises. Elles relèvent parfois de l'initiative populaire, mais le manque d'encadrement et de coordination, lié aux difficultés conjoncturelles de la municipalité, ruine d'avance ces actions.

Il est possible qu'une meilleure conception des ouvrages (pente suffisante pour un auto-curage, gabarit adéquat, meilleur profil des voiries ...) soit un facteur d'amélioration de la situation. La faiblesse des pentes de la plupart des caniveaux ou leur faible gabarit, l'installation sur des collecteurs des ouvrages mal conçus, comme ce pont sur la Mfoa, sans tirant d'air suffisant, sont en partie responsables du mauvais drainage des eaux pluviales sur le site. L'inondation des habitations en amont de la Mfoa en 1983, à la suite de l'embâcle créé par le pont de l'avenue Loutassi, en est une preuve.

Le dernier facteur à signaler relève des observations faites dans

de nouvelles extensions où des voiries non revêtues sont occupées tout au long de leurs parcours par de petites dépressions dans lesquelles stagnent des eaux après chaque pluie. Il est probable que les passages fréquents d'un nombre de plus en plus important de véhicules sur ces voiries, non entretenues périodiquement, y soient pour quelque chose. Ils déterminent probablement des tassements qui favorisent la création de petites dépressions fermées, lesquelles finissent par s'approfondir puis s'agrandir. Des exemples sont visibles dans le quartier récent de Diata où certaines voiries portent un chapelet de "mini-lacs" qui rendent la circulation difficile après chaque pluie importante;

Mode de drainage sur le site et conséquences sur l'environnement

Mode de drainage sur le site

Le drainage des eaux pluviales infiltrées ou en ruissellement dans les bassins versants du site se fait par les cours d'eau naturels et les différents réseaux de collecteurs construits. Le réseau global se présente comme suit :

- 35 km de cours d'eau naturel et,
- 142 km de réseaux construits.

L'ensemble draine un bassin versant de 6.500 ha de superficie.

Ce réseau présente des densités variables en fonction des bassins, notamment de l'ancienneté des cités qui y sont bâties (Tabl. VI). Ainsi, les bassins versants les mieux équipés sont ceux de la Moumbouni, de Makélékélé et de la Mfoa et la Ouenze centre-ville, avec 100 m de réseaux à l'hectare. La Mfoa et la Ouenze dans les cités populaires et les ravins sont moins équipés avec 30 à 50 m à l'hectare. La Tsiémé, la Kélékélé, la Mfilou et le Djoué ne sont pas du tout équipés.

Dans les bassins les mieux équipés, des problèmes de drainage ne se seraient pas posés si les ouvrages fonctionnaient correctement. Leur état d'ensablement très poussé les rend inefficaces; ce qui provoque des débordements qui alimentent un ruissellement ou une stagnation des eaux longtemps après la fin des pluies.

Dans les bassins faiblement équipés, seuls les secteurs nantis sont correctement drainés, lorsque les ouvrages bien entretenus ne sont pas ensablés. Les secteurs démunis sont, avec ceux dont les ouvrages sont très engorgés, comparables aux bassins non équipés. Les eaux pluviales n'y sont pas ou plus maîtrisées et elles provoquent des inondations ou

le ruissellement d'une nappe d'eau épaisse qui peut atteindre 30 cm, lorsque l'infiltration est contrariée.

Que ce soit dans les bassins les mieux équipés ou faiblement équipés, des secteurs critiques existent. Ceux-ci se caractérisent par des stagnations des eaux plusieurs jours après une pluie.

Bassins	Surface en ha	Cours d'eau naturels non canalisés (y compris affluents) en m	Réseaux construits en m	Densité réseaux construits en m.ha ⁻¹
Mfilou	2.480	15.900	2.700	1
Moumbouni	95	0	10.350	108
Makélékélé	370	0	38.900	105
Glacière	130	1.700	4.000	30,7
Tchad	180	1.300	7.000	53,8
Mission	358	1.600	10.000	28
Mfoa	759	1.900	24.000	31
Ouenze	697	4.500	22.580	32
Tsiémé*	461	5.000	0	0
Kélékélé	569	2.100	0	0
Mfoa et Ouenze centre-ville	236	1.000	22.590	95,7
Total	6.535	35.000	142.120	22

Tabl. VI : Réseaux de drainage des eaux pluviales de Brazzaville.

* Bassins intra-muros. L'ensemble du bassin de la Tsiémé couvre 5.861 ha.

N.B. : Le bassin rive gauche du Djoué, avec environ 600 ha, et les surfaces occupées par les extensions récentes ne sont pas pris en compte.

Conséquences sur l'environnement

Elles sont nombreuses et affectent aussi bien le milieu physique que l'état sanitaire de la population. Les sols du site sont de plus en plus érodés. Le mauvais drainage explique des ravinements spectaculaires comme ceux de la rue Lyautey-Hôpital général, en 1978, et de la route de la cité des "17", en 1980. Il est aussi responsable des ravine-ments récents de Makélékélé, Kinsoundi et Mpila dont l'aménagement a coûté à la collectivité plus de deux milliards et demi de F. CFA.

Les conséquences sur les conditions d'hygiène et sur la santé de la population urbaine sont importantes. Les collecteurs encombrés de déchets solides de toutes sortes sont des repaires de moustiques dont le nombre a considérablement augmenté ces dernières années.

Pour les pouvoirs publics, les problèmes de drainage à Brazzaville représentent un véritable casse-tête auquel il faut apporter une solution. Le coût des opérations pour obtenir un assainissement efficace de l'agglomération est prohibitif et, dans le contexte économique-financier actuel, il est difficile d'assainir de façon efficiente l'agglomération de Brazzaville. Que faire alors ?

Pour un assainissement efficace de l'environnement urbain

Une commission de réflexion sur les problèmes de l'environnement urbain a proposé aux pouvoirs publics, en août 1985, de lancer une grande opération d'assainissement de la ville. Cette commission regroupait les maires des sept arrondissements et des responsables du Ministère du Travail et de la Direction des services techniques municipaux.

L'opération consisterait à mobiliser la population de l'agglomération, notamment des travailleurs (30.000 environ) bien encadrés, dans des actions de curages, de propreté et de remise en état des ouvrages, d'une durée à déterminer, afin de rendre saine l'agglomération (1). Tous les moyens (logistiques et autres) indispensables, à mettre en oeuvre pour la réussite de ces actions, porteraient le coût de l'opération à 166 millions de F. CFA. Ce montant a été jugé trop élevé par les autorités et la proposition demeure à ce jour lettre morte.

Il est regrettable qu'une telle réponse ait été donnée, lorsqu'on sait que les pouvoirs publics sont souvent amenés, contre leur gré, à débloquer des sommes importantes pour résoudre des problèmes posés par des phénomènes ponctuels tels que les ravinelements spectaculaires. Cette opération bien menée résoudrait pour longtemps les problèmes de drainage sur le site, et, par conséquent, préserverait des phénomènes de ravinelements spectaculaires qui, tous ont pour cause le mauvais état et le mauvais fonctionnement des ouvrages de drainage.

(1) La participation de la population urbaine à des opérations d'assainissement appelées ici "Retroussons les Manches", notamment au niveau des Arrondissements ou des Administrations, est une pratique courante. Ces opérations ont lieu généralement les week-end mais surtout à la veille de certaines fêtes.

A court terme, il est urgent de doter la Direction de la propreté de la municipalité de moyens supplémentaires en matériel et en personnel affectés effectivement au nettoyage; ce qui lui permettrait de jouer son rôle. Elle pourrait ainsi mieux soutenir les actions populaires dans les quartiers.

Une campagne d'information et d'encadrement de la population s'impose pour l'amener à :

- créer dans chaque parcelle ainsi que dans ses environs immédiats, des conditions qui favorisent l'infiltration des eaux au détriment de leur ruissellement,
- ne plus transformer les rues et les collecteurs en décharges. Pour arriver à ce résultat, il est urgent que la collecte des ordures ménagères à travers la ville soit faite efficacement par la Direction de la propreté urbaine.

Enfin, à très brève échéance, la Direction de la propreté devrait étudier les modalités de la création d'une brigade, chargée de veiller sur l'état des réseaux d'assainissement des eaux pluviales dans l'agglomération. Cette brigade aurait pour tâche de signaler toute dégradation de collecteurs, afin de permettre une intervention rapide qui préviendrait ainsi tous les phénomènes de ravinements spectaculaires ou les inondations des habitations. Elle solliciterait le concours de la population des arrondissements qui travaillent déjà dans ce sens.

CONCLUSION

Les problèmes de drainage des eaux pluviales sur le site de Brazzaville sont réels et inquiétants, compte tenu de leurs répercussions sur la dégradation du site naturel et du milieu de vie et sur l'état sanitaire de la populaire.

Ces problèmes résultent du caractère intense des abats qui affectent le site. Ils sont amplifiés d'une part, par les transformations artificielles que la population et l'administration municipale ont imprimées et impriment encore à ce milieu (celles-ci ne sont pas, le plus souvent, accompagnées d'aménagement adéquat pour l'infiltration ou le drainage des eaux pluviales), et d'autre part et surtout, par le manque d'entretien du réseau d'assainissement des eaux pluviales existant.

Pour résoudre ces problèmes dans le contexte actuel, une action concertée des pouvoirs publics et des citoyens, qui ne demandent qu'à

être intéressés et encadrés, est nécessaire.

REMERCIEMENTS

Que Messieurs EMOUENGUE et KOLELA, anciens Maire et Directeur des Services Techniques de la Région urbaine de Brazzaville, SAMBA, Maire de l'Arrondissement 1, IBRAHIM, Conseiller à l'urbanisme et à l'aménagement du Maire, GOMA et GOTENE, Ingénieurs des Services Techniques, le Directeur et les agents chargés de la propreté de la ville, qui ont tous contribué, en fournissant des informations, à la réalisation de ce travail, trouvent ici l'expression de nos remerciements.

BIBLIOGRAPHIE

- Annuaire Hydrologique de la F.O.M., 1955. Etude des petits bassins versants de l'agglomération de Brazzaville : la Mfoa et la Ouenze ORSTOM, Paris, 49-80.
- Anonyme, 1969. Carte de l'assainissement de Brazzaville : réseaux eaux pluviales au 1/10.000. Direction des Services Techniques Municipaux, Brazzaville.
- Anonyme, 1985 a. Recensement général de la population et de l'habitat. 1984, Vol. 1, résultats provisoires, CNSSEE, Ministère du Plan, Brazzaville.
- Anonyme, 1985 b. Fiche synthèse : opération assainissement et hygiène de la ville de Brazzaville. Cabinet Ministère du Travail et de la Fonction Publique, Brazzaville.
- AVENARD, J.M., 1969. Réflexions sur l'état de la recherche concernant les problèmes posés par les contacts forêts-savanes. *Coll. Inst. Doc. Tech.*, ORSTOM, Paris, 14, 154 p.
- CHAPERON, P., 1965. Etude des débits de la Tsiama. ORSTOM, Brazzaville, 10 p.
- CHEVALIER, D. *et al.*, 1972. Le site géologique de Brazzaville ou contribution à une notice explicative de la carte géologique. *Ann. Univ. Brazzaville*, 8 (C), 17-42.
- DADET, P., 1969. Notice explicative de la carte géologique de la République de Congo-Brazzaville au 1/500.000. *Mémoires du BRGM*, Paris, 70, 103 p.
- GIRESSE, P. *et al.*, 1981. Les terrasses alluviales en République Populaire du Congo. Bilan de paléo-environnements climatiques, morphologiques et préhistoriques. *Bull. ASEQUA*, Dakar, 62-63, 43-66.
- HERBAUD, J., 1966. Etude de ruissellement en zone urbaine à Brazzaville : le bassin de Makélékélé. ORSTOM, Paris, 35 p.

- I.G.Z. et B.E.A.U., 1975. Atlas de Kinshasa. I.G.N., Paris.
- LEBEDEFF, B., 1932. Les terrasses du Moyen-Congo. *Chron. Min. Colon.*, 1, 218-222.
- LOEMBE, D., 1978. Les modalités de l'érosion sur le site urbain de Brazzaville en République Populaire du Congo. T.E.R. de géomorphologie tropicale, Brazzaville, 121 p.
- LOEMBE, D., 1983. Quelques réflexions sur les rapports érosion hydrique des sols - urbanisation au Congo par l'exemple de Brazzaville. Communication aux 1ères Journées Géographiques de Brazzaville du 20 au 23 avril.
- LOMBARD, J., 1928. Sur l'origine fluviale des sables de Brazzaville (note préliminaire). *C.R. Somm. S.G.F.*, 265-267.
- M.U.H.C., 1976. Brazzaville assainissement. Fascicule 6/7, oct-nov., Brazzaville.
- NOAMESI, G.K. et al., 1972. Assainissement à Brazzaville et dans ses environs. OMS, Brazzaville.
- PARDE, M., 1968. Fleuves et rivières. A. Colin, Paris.
- SAUTTER, G., 1966. *De l'Atlantique au fleuve Congo : une géographie du sous-peuplement*. Mouton et Cie, Paris, T. 1, 582 p.
- SAUTTER, G., 1970. Essai sur les formes d'érosion en "cirques" dans la région de Brazzaville. *Centre de Recherches et Documentation cartographiques et géographiques, CNRS*, Paris, 9, 170 p.
- S.M.U.H., 1978. *Assainissement des zones urbaines en Afrique Tropicale*, Paris.
- SOBEA, 1982. Assainissement eaux pluviales. Schéma directeur, mémoire Février, Paris.
- TUBI Sarplast s.p.a., 1985. Assainissement eaux pluviales de la ville de Brazzaville. Rapport technique, Milan.
- VAN CAILLIE, X., 1983. Hydrologie et érosion dans la région de Kinshasa. Thèse de doctorat, Ohain, 554 p.