

1854 23097
14184



Bulletin de Liaison

du

Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques

SIEGE SECRETARIAT GENERAL — Boîte Postale 369 OUAGADOUGOU BURKINA FASO Téléphone 33-35-18 & 33-34-76

ABONNEMENT : 4 Numéros par an : 5 000 F CFA en Afrique. 6 000 F CFA ailleurs

SOMMAIRE

N° 63 — JANVIER 1986 — SPECIAL ASSAINISSEMENT

EDITORIAL	1
Séminaire International sur l'Assainissement Urbain en Afrique de l'Ouest et du Centre	2
Trois rapports sur le drainage au Sahel :	11
— Aménagement de la voirie et évacuation des eaux pluviales	13
— Rétention des eaux de pluie	28
— Systèmes alternatifs de drainage des eaux de ruissellement	42
Tanghin-Barrage, quartier spontané de Ouagadougou : enquête socioéconomique	55
Conception générale des systèmes d'assainissement urbain dans le contexte africain :	
— Aspects techniques	69
— Etudes des aspects institutionnels, réglementaires et financiers	75
— Etude de l'entretien des ouvrages	82
Quelques références sur le ruissellement urbain en Afrique	94

HR
Jan 1986

EDITORIAL

L'importance de l'hydraulique urbaine dans nos Etats va et ira croissant puisque la population de ceux-ci, de 67 millions d'habitants en 1983, devrait passer à 107 millions en 2000, dont 40 % d'urbains.

Conscient de cette réalité, le CIEH entend en conséquence en tenir compte dans le développement de ses activités. C'est pourquoi notamment, il a organisé à Niamey du 20 au 25 mai 1985 un séminaire sur l'assainissement urbain en Afrique de l'Ouest et du Centre.

Le présent numéro n° 63 de ce bulletin, est un numéro spécial conçu complètement autour des travaux de cette rencontre.

Il comprend :

- une note de présentation générale du Séminaire de Niamey, rédigée par le Secrétaire Général du CIEH ;

- trois rapports présentés au séminaire sur le drainage urbain au Sahel par une équipe nigéro-allemande de l'Université de Karlsruhe ;

- une enquête socioéconomique sur un quartier d'habitat spontané de Ouagadougou, présentée par un assistant à l'Université du Burkina Faso et qui décrit le milieu des périphéries urbaines africaines peu ou pas desservi par les réseaux modernes d'eau potable et d'assainissement et confronté à des choix de modernisation ;

- divers articles issus des documents de base produits par le CIEH et des bureaux d'étude pour la préparation du Séminaire de Niamey :

+ un résumé du document CIEH/BCEOM "Aspects techniques" de la conception générale des systèmes d'assainissement urbain dans le contexte africain, résumé établi par le CIEH ;

+ une communication élaborée à partir du document CIEH/BETURE "Aspects institutionnels et financiers" de la conception générale des systèmes d'assainissement dans le contexte africain, présentée par un socioéconomiste au BETURE ;

+ une communication sur l'"Etude de l'entretien des ouvrages", tirée d'un document CIEH/BETURE sur le même thème et présentée par un ingénieur du BETURE ;

+ un résumé du document CIEH "Quelques références sur le ruissellement urbain en Afrique", résumé établi par le CIEH.

Un tel bulletin ne peut reprendre que quelques uns des points importants traités à Niamey. Une publication de l'ensemble des communications présentées à ce Séminaire est par ailleurs diffusée par le CIEH.

En raison de l'abondance de la matière, nos rubriques traditionnelles d'informations sont reportées au numéro 64 du Bulletin prévu pour avril 1986.

Le Secrétaire Général /

SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR L'ASSAINISSEMENT URBAIN
EN AFRIQUE DE L'OUEST ET DU CENTRE (*)

====O====

Un séminaire international sur l'assainissement urbain en Afrique de l'Ouest et du Centre s'est réuni à Niamey du 20 au 25 mai 1985.

Ce séminaire a été organisé par le Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques à l'aide d'un financement de la Société Allemande pour la Coopération Technique (GTZ) dans le cadre du programme d'activités du CIEH en assainissement urbain financé par la France et l'Allemagne Fédérale.

1. CONTEXTE DU SEMINAIRE

Le séminaire s'est inscrit dans le cadre de deux programmes d'études et d'expérimentations entrepris par le CIEH :

1.1. Conception des projets d'assainissement urbain dans le contexte africain

Au cours des deux dernières réunions du Conseil des Ministres du CIEH (Yaoundé, février 1982 et février 1984), les questions liées à l'assainissement des zones urbaines ont fait l'objet de larges débats qui ont montré combien les techniciens des Etats Membres se trouvent aujourd'hui démunis lors de la mise en oeuvre d'opérations d'assainissement du fait :

- d'une mauvaise connaissance du secteur, en particulier de l'absence d'informations, de critères, méthodes permettant la conception de systèmes adaptés au contexte local ;

- de la faible organisation du secteur se traduisant par des difficultés de fonctionnement et d'entretien.

Devant l'importance des investissements projetés dans le cadre de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA), une réflexion préalable sur les conditions de la maîtrise de ce secteur devait être engagée.

Un programme d'études préliminaires a été ainsi arrêté par le Conseil des Ministres du CIEH comprenant l'analyse des divers aspects de l'assainissement urbain (technique, institutionnel, financier, économique, socioculturel) et l'étude du fonctionnement et de l'entretien des ouvrages. L'objectif de ce programme est, en faisant le point des connaissances et des lacunes, de jeter les bases d'une conception de systèmes d'assainissement et d'une organisation du secteur adaptés aux contraintes locales. Ce programme a

(*) par Abdou HASSANE, Secrétaire Général du CIEH.

débuté en 1982 sur financement FAC et dans ce cadre ont été réalisées des études portant respectivement sur les thèmes suivants :

- aspects techniques de la conception ;
- aspects institutionnels et financiers ;
- entretien des ouvrages.

1.2. Dimensionnement des ouvrages de drainage urbain

Les méthodes actuellement employées pour le calcul des ouvrages de drainage urbain dans les Etats Membres sont dérivées de celles employées en Europe et aux Etats Unis avec des adaptations en général très sommaires. Les méthodes elles-mêmes sont simples et parfois très rustiques en l'absence d'une bonne connaissance des processus mis en jeu et de leurs paramètres.

En 1972, une étude préliminaire des méthodes utilisées a été réalisée par le CIEH (*) montrant la nécessité d'entreprendre des expérimentations afin de prendre en compte les conditions locales. Sur financements FAC et GTZ, le CIEH a lancé à partir de 1977 en collaboration avec les services nationaux et l'ORSTOM un programme de mesures et de collecte d'information sur une quinzaine de bassins urbains à Bamako, Cotonou, Lomé, Niamey et Ouagadougou, comprenant deux phases :

- 3 à 4 années (suivant les bassins) de mesures des débits pluviaux et de la pluviométrie ;

- élaboration d'un rapport de synthèse par ville regroupant les informations nécessaires à l'interprétation des résultats.

La première phase est actuellement terminée et la seconde en voie d'achèvement. L'analyse de ces informations doit débiter aussitôt que les moyens financiers en auront été réunis afin d'en déduire des méthodes locales de dimensionnement.

2. OBJET DU SEMINAIRE

La phase de réflexion et d'acquisition d'information des deux programmes entrepris par le CIEH est ainsi en voie d'achèvement. Sur la base de ces travaux et de l'expérience des participants, le séminaire a poursuivi deux objectifs :

- la présentation de recommandations pour la mise en oeuvre d'opérations d'assainissement par un ensemble de mesures cohérentes sur les plans technique, institutionnel et social ;

(*) Essai d'adaptation à l'Afrique Tropicale des méthodes classiques de calcul du débit des ouvrages d'assainissement urbain - par L. LEMOINE et C. MICHEL (CIEH 1972).

- la définition d'actions pour la poursuite des programmes du CIEH.

2.1. Mise en oeuvre des opérations d'assainissement

L'analyse de la situation actuelle et des contraintes du secteur montre qu'un assainissement adapté passe par la mise en oeuvre de mesures cohérentes dès l'initiation et la conception des projets. Il ressort par exemple que :

- les mesures techniques sont insuffisantes si elles ne sont pas complétées par la maîtrise de la gestion des équipements, d'une part, et par une réglementation de leurs conditions d'utilisation d'autre part ;

- certains choix techniques sont tributaires du niveau d'entretien des équipements.

L'expérience est aujourd'hui insuffisante pour avoir permis au séminaire de proposer un canevas guide pour la mise en oeuvre des opérations d'assainissement. L'objectif est ainsi à ce niveau de sensibiliser les maîtres d'ouvrages à la nécessité d'une approche cohérente et globale des projets par exemple en analysant les différentes étapes de la mise en oeuvre et en soulignant l'importance des mesures d'accompagnement des mesures techniques (mesures institutionnelles, sensibilisation des populations, etc...).

2.2. Poursuite des programmes du CIEH

L'objectif principal de cette partie était de présenter des recommandations pour la poursuite des programmes entrepris par le CIEH.

2.2.1. La conception des opérations d'assainissement urbain

On a vu que l'analyse de l'expérience actuelle fait ressortir des lacunes dans les connaissances de base. Les études préliminaires entreprises par le CIEH, ne pouvant être exhaustives ni aborder dans le détail toutes les questions posées, dégagent en conclusion des points devant faire l'objet d'analyses spécifiques plus approfondies qui devraient fournir à terme l'ensemble des éléments (normes, méthodologies, techniques) nécessaires à l'élaboration des opérations d'assainissement urbain.

Sur la base de ces propositions et de celles résultant de l'expérience des participants, le séminaire a proposé un programme de travaux ultérieurs devant fournir à terme les éléments (normes, méthodologies, techniques, règlements, ...) nécessaires à l'élaboration correcte des opérations d'assainissement urbain. Ce programme de recherches, d'études, d'expérimentations, de formations, etc... constitue un programme de référence pour les Etats Membres pouvant être mis en oeuvre à l'occasion des différents projets nationaux et qui reçoit l'appui du CIEH.

2.2.2. Drainage urbain

L'ensemble des données acquises par le programme de mesure du CIEH est à exploiter pour élaborer des méthodes de calcul des ouvrages de drainage adaptées aux conditions africaines. Le séminaire s'est penché sur les besoins des services nationaux et leurs moyens dans ce domaine pour définir les types de méthodes de calcul nécessaires. Le CIEH s'attachera à l'élaboration de ces méthodes en collaboration avec diverses organisations, en particulier à l'occasion des programmes de recherche universitaires.

3. PROGRAMME DU SEMINAIRE

3.1. Contenu

Le séminaire a traité en deux parties distinctes les deux points présentés ci-dessus :

3.1.1. Première partie : Conception des projets d'assainissement urbain

Cette partie a abordé l'ensemble des aspects de l'assainissement : différents secteurs (eaux usées, eaux pluviales et secteurs en relation avec ceux tels que l'eau potable et les ordures ménagères, ...) et divers aspects (technique, institutionnel, financier, socioculturel, ...). Ce programme étant étendu, ces divers points n'ont pas été examinés dans le détail hormis pour ce qui concerne le programme d'activités ultérieures.

Le séminaire a traité des thèmes suivants :

a) Analyse du contexte : situation de l'assainissement, contraintes du secteur, finalités de l'assainissement. Cette partie a fait plus particulièrement l'objet de communications des participants.

b) Programme du CIEH : Objet du programme, principales conclusions des études de l'aspect technique, des aspects institutionnels et financiers, de l'entretien et du fonctionnement.

c) Expériences : cette partie a été l'occasion de présenter diverses réalisations originales ou pilotes dans les Etats Membres du CIEH (réalisations techniques, réglementation, actions de sensibilisation, etc ...). Un appel de communications avait été effectué auprès des participants.

d) Programme des travaux ultérieurs : sur la base des études menées par le CIEH et des propositions issues des discussions précédentes.

L'ensemble de cette partie fait l'objet d'un rapport de synthèse publié par le CIEH.

3.1.2. Deuxième partie : Dimensionnement des ouvrages de drainage

Cette partie, plus spécialisée que la précédente, a fait ainsi l'objet de travaux plus détaillés et plus techniques :

a) Programme de collecte d'informations, comprenant les programmes de mesures expérimentales et la collecte de données sur les bassins urbains :

- programme de mesures du CIEH : présentation, données collectées ;

- autres programmes entrepris ou en projet dans les Etats Membres ;

- programmes et projets divers concernant la collecte des données et leurs utilisations ;

- recommandations concernant la poursuite de ces programmes.

b) Méthodes de dimensionnement des ouvrages de drainage :

- présentation des méthodes utilisables : méthodes, moyens (manuels, informatiques, ...) et données nécessaires pour leur utilisation ; avantages et contraintes ;

- applications réalisées, adaptations aux conditions africaines.

c) Choix des méthodes à développer et promouvoir.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La synthèse des discussions du séminaire a débouché sur trois séries de conclusions visant à favoriser le développement du secteur :

- des recommandations à l'endroit des responsables en matière d'assainissement urbain dans les Etats Membres ;

- des recommandations à l'endroit du CIEH ;

- la nécessité d'entreprendre un programme régional d'actions pilotes.

4.1. Recommandations à l'endroit des responsables des Etats Membres

4.1.1. Finalités de l'assainissement

Constatant que les échecs des opérations d'assainissement sont souvent imputables à une absence de planification et de réflexion préalable à leur réalisation, le séminaire a recommandé que les projets ne soient mis en oeuvre

qu'après une analyse approfondie de leurs finalités suivie d'une planification prenant en compte les différentes étapes de cette mise en oeuvre.

4.1.2. Concertation

Dès cette phase de planification, un accent particulier devra être mis sur la participation des différents acteurs concernés à la définition des besoins et des moyens de les satisfaire par une concertation entre les diverses administrations mais surtout avec les populations bénéficiaires, qu'il faudra par ailleurs sensibiliser et éduquer.

4.1.3. Assainissement et Urbanisme

Les participants ont mis l'accent sur l'importance des relations entre l'assainissement et l'urbanisme nécessitant la prise en compte de l'assainissement dans la planification urbaine.

4.1.4. Assainissement individuel

Les participants ont recommandé aux Etats Membres qu'une plus grande attention soit accordée à l'assainissement individuel notamment par :

- la définition d'un programme d'amélioration des systèmes d'assainissement urbain ;

- l'amélioration de la réglementation et du contrôle de ce secteur ;

- le développement des campagnes d'hygiène autour du thème de l'assainissement individuel ;

- la détermination des modalités d'une prise en charge partielle de l'assainissement individuel par la puissance publique.

4.1.5. Entretien

La planification et la conception des opérations doivent également accorder une attention toute particulière à la question de l'entretien et du fonctionnement des équipements. Des termes de référence complets pour la définition de dispositions favorisant ceux-ci devront ainsi être inclus dans les contrats relatifs à la conception.

4.1.6. Mesures d'exonération

Afin de favoriser le développement du secteur de l'assainissement dont les ressources financières sont généralement insuffisantes, le séminaire a demandé aux gouvernements des Etats Membres du CIEH d'accorder aux matériels importés destinés à ce secteur une admission dans leur pays en franchise de taxes.

4.2. Recommandations à l'endroit du CIEH

Les participants ont noté avec satisfaction l'intérêt porté par le CIEH au secteur de l'assainissement et l'ont encouragé à poursuivre ses efforts dans ce sens. Le Comité devant avoir un rôle de promoteur et de coordonnateur, le séminaire a présenté les recommandations suivantes à ses Administrateurs et au Secrétariat Général :

4.2.1. Réfléchir aux modes d'intervention du CIEH afin d'intensifier ses relations avec les services nationaux ne relevant pas de ses secteurs traditionnels d'intervention, notamment les services de l'urbanisme.

4.2.2. Constatant la carence d'agents de maîtrise entre les cadres et le personnel d'exécution dans le secteur de l'assainissement, élaborer en relation avec les institutions de formation africaines et particulièrement avec l'EIER et l'ETSHER un plan de formation de ces agents.

4.2.3. Rechercher les moyens nécessaires au développement de ses activités dans le secteur de l'assainissement.

4.2.4. Organiser des rencontres périodiques sous forme de séminaire ou conférence sur des thèmes particuliers dans le but de favoriser la formation et l'information des agents chargés du secteur dans les Etats Membres.

4.2.5. Réfléchir sur les possibilités de la création :

- d'un groupe de réflexion composé d'experts des Etats Membres chargé d'assister le Comité dans ses efforts pour la maîtrise du secteur de l'assainissement et du drainage urbain ;

- d'un institut de recherche en génie sanitaire.

4.3. Programme régional d'actions

Afin de mieux appréhender les conditions de mise en oeuvre des opérations d'assainissement urbain, et de disposer des éléments nécessaires à leur conception, le séminaire a recommandé la réalisation d'un programme régional d'études et d'expérimentations. Ce programme devrait être réalisé en accord avec les principes suivants :

- recouvrir pour chaque opération les différentes zones géographiques de l'Afrique de l'Ouest et du Centre ;

- être réalisé dans un cadre régional en favorisant la participation des acteurs nationaux.

Le CIEH et les Etats Membres devront s'attacher à assurer la promotion de ce programme, le CIEH en apportant son concours pour l'identification et la mise en oeuvre des opérations réalisées au niveau national, les Etats en apportant leur soutien au Comité pour les actions à entreprendre à son niveau.

Ce programme est issu :

- 1) des propositions formulées en conclusion des études menées par le CIEH ;
- 2) des propositions issues des discussions du séminaire.

Ce programme comprend les thèmes suivants :

- 1) Critères de choix du mode d'assainissement (individuel ou collectif).
- 2) Assainissement individuel prenant en compte également :
 - la cartographie des zones urbaines d'aptitude à l'assainissement individuel ;
 - l'analyse critique des solutions d'assainissement individuel utilisées en habitat traditionnel et moderne.
- 3) Assainissement de petites collectivités :

Le séminaire a insisté sur l'expérimentation de solutions alternatives nouvelles pour les petites collectivités type en Afrique (Lycée, hôpital, ...).
- 4) Pouvoir autoépurateur des milieux récepteurs.
- 5) Rejets d'eaux usées.
- 6) Définition de normes pour la réutilisation des eaux usées en particulier pour l'irrigation.
- 7) Etude comparative des systèmes d'épuration des eaux usées.
- 8) Entretien et exploitation économiques des réseaux d'assainissement collectif: eaux pluviales, eaux usées et stations d'épuration.
- 9) Maîtrise des eaux pluviales et aménagement de bassins versants.
- 10) Elimination des ordures ménagères.
- 11) Analyse des expériences réalisées dans les Etats Membres dans le domaine institutionnel et financier.
- 12) Guide pour l'établissement d'une réglementation en matière d'assainissement.
- 13) Conditions et modalités de prise en charge des opérations d'assainissement par les populations.
- 14) Problématique de la rentabilité économique des opérations d'assainissement urbain.
- 15) Typologie de l'habitat et ruissellement urbain.

- 16) Choix de la période de retour à retenir en fonction du type d'aménagement.
- 17) Exploitation des données sur le ruissellement urbain du CIEH.

5. ACTIONS POST-SEMINAIRES

Depuis le séminaire, le CIEH s'est préoccupé essentiellement de rechercher des moyens de réaliser le programme régional d'actions précédemment décrit.

Des contacts pris, il semble que l'intérêt des bailleurs de fonds se manifeste en particulier pour l'exploitation des documents de mesure du ruissellement urbain (points 15 à 17 du programme).

Une recherche de financement est en cours pour :

- une étude comparative des systèmes d'épuration dans le contexte africain, incluant une étude sur l'assainissement des petites collectivités ;

- une étude des rejets d'eaux usées en ce qui concerne les effluents industriels (points 3, 5 et 7 du programme).

Par ailleurs, en liaison avec le Plan Urbain (France), deux thèmes d'étude font l'objet d'une réflexion préliminaire :

- la situation des réseaux séparatifs d'eaux usées en petits diamètres (rattachée au point 7) ;

- la situation des toilettes publiques dans les Etats Membres du CIEH (rattachable aux points 1, 5, 7, 8 et 11).

Enfin, le CIEH espère en un renforcement en personnel début 1986, grâce à l'assistance de la République Fédérale d'Allemagne, et qui permettra de développer notamment son analyse des aspects économiques et socioculturels de l'assainissement.

INSTITUT FÜR STÄDTEBAU UND LANDESPLANUNG
UNIVERSITÄT FRIDERICIANA ZU KARLSRUHE
LEITER : o.PROF. DR.-ING. WERNER KOHL

D-7500 KARLSRUHE 1,
KAISERSTRASSE 12
POSTFACH 6380
TELEFON (07 21) 6 08-22 94/

Document de communication
préparé pour le séminaire

ASSAINISSEMENT URBAIN :
CONCEPTION DES PROJETS D'ASSAINISSEMENT,
DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE DRAINAGE

à Niamey du 20 au 25 Mai 1985
organisé par le Comité Interafricain
d'Etudes Hydrauliques (C.I.E.H.)

Trois rapports sur le DRAINAGE URBAIN AU SAHEL

- 1 - AMENAGEMENT DE LA VOIRIE
ET EVACUATION DES EAUX PLUVIALES
par Gerolf Heberling.
- 2 - RETENTION DES EAUX DE PLUIE
par Raimund Herz.
- 3 - SYSTEMES ALTERNATIFS DE DRAINAGE
DES EAUX DE RUISSELLEMENT
par Mamoudou Maikibi

DRAINAGE URBAIN AU SAHEL

Les villes du Sahel à forte croissance se trouvent confrontées de plus en plus à des problèmes d'assainissement qu'elles n'ont jamais connus dans leur développement historique, et pour lesquels il faut trouver des solutions adaptées à leur situation spécifique, en ce qui concerne l'hydrologie, la topographie, la nature et l'occupation du sol, ainsi que les contraintes socio-économiques, institutionnelles et financières.

Les problèmes des eaux pluviales et des eaux usées sont directement liés à l'urbanisation. Jusqu'au début des années 60, la structure urbaine du Sahel était bien équilibrée. Après l'indépendance, c'étaient avant tout les énormes progrès de la médecine, du commerce et des transports qui ont provoqué une forte croissance urbaine. Cette croissance fut renforcée par l'immigration des populations rurales, à la recherche d'emploi ou de nourriture, surtout en période de sécheresse. Au Niger, par exemple, le taux d'accroissement annuel de la population urbaine s'éleva jusqu'à 4 à 6 %. Pour la capitale Niamey, il a atteint plus de 10 %. Sa population et la superficie urbanisée doublent ainsi tous les 7 ans.

Les petites villes ne connaissent pas les problèmes de l'évacuation des eaux de pluie, lorsqu'elles sont situées sur des lieux protégés contre les crues, sur des sommets ou sur les hautes rives d'un fleuve ou d'un goulbi. Les chemins d'écoulement des pluies sont courts et causent donc peu de dégâts. Mais la croissance des villes entraîne la construction sur des superficies moins convenables au ruissellement des eaux de pluie. Ceci concerne en particulier les dépressions où l'eau s'accumule, et les pentes menacées par l'érosion des pluies. Cette croissance a non seulement raccourci le temps d'écoulement des eaux, mais elle force également l'eau à s'écouler par des espaces réduits, essentiellement la voirie. C'est par là que doivent être évacuées les quantités d'eau qui ne peuvent pas être infiltrées ou évaporées. A cause de l'urbanisation, le sol devient de moins en moins perméable. Par conséquent, la quantité d'eau qui s'infiltré diminue et la quantité d'eau à évacuer augmente de 3 à 5 fois. Ces problèmes s'accroissent avec l'expansion et la densification du tissu urbain et provoquent des dommages considérables : les constructions en banco s'écroulent, l'érosion détruit les routes et les rend impraticables pour les véhicules. Au-delà de ces problèmes, les inondations causent également des risques d'hygiène (submersion des latrines et fosses septiques, contamination des puits).

Pour éviter ces dangers, des mesures préventives doivent être prises à temps.

AMENAGEMENT DE LA VOIRIE ET EVACUATION DES EAUX PLUVIALES

par Gerolf HEBERLING.

On ne peut jamais considérer l'assainissement de villes uniquement sous son aspect hydraulique, mais toujours aussi sous son aspect de l'urbanisme. La répartition et la densité des bâtiments, le matériel de construction et la manière de construire, le système de la voirie, sa largeur, son inclinaison et la nature du sol n'en sont que les conditions extérieures les plus importantes. Beaucoup de problèmes de l'assainissement sont provoqués par une planification de quartiers qui omet de considérer les effets qu'a l'aménagement sur l'écoulement des eaux. C'est pourquoi il est nécessaire d'indiquer la relation entre l'aménagement et l'assainissement et d'en tirer les conséquences.

L'aménagement de nouveaux quartiers a trois effets concernant l'écoulement des eaux pluviales :

1 - La quantité d'eau totale à drainer est supérieure à celle qui s'écoule sans aménagement, car les bâtiments et la compression du sol réduisent l'infiltration dans celui-ci.

2 - L'eau ne s'écoule plus sur toute la largeur du terrain, formant de petits ruisselets, mais elle est concentrée dans les rues en pente. Donc, la quantité d'eau par endroit augmente par rapport à auparavant.

3 - La vitesse d'écoulement augmente du fait de la réduction du coefficient de rugosité du sol et de l'aplanissement des rues. Ce troisième effet peut également faire croître la quantité d'eau, surtout quand il s'agit de grands bassins versants.

Tous les trois effets agissent donc dans une même direction : ils donnent à l'eau pluviale plus de force destructive qu'elle n'avait avant l'aménagement du terrain. Les fortes pluies en 1978 par exemple ont causé dans de nouveaux quartiers de Zinder des dégâts de plus de 40 millions de Francs CFA.

Il est évident que ces dégâts peuvent être au moins réduits, sinon même entièrement évités par un aménagement qui observe dès la planification l'évacuation des eaux pluviales. En ce moment par exemple on peut encore prévoir une rétention des eaux dans les parcelles et dans des bassins ce qui serait difficile à organiser après la mise en valeur de tout le quartier.

L'orientation des rues offre plusieurs possibilités pour en arriver à un lotissement raisonnable en respectant le plus possible l'évacuation des eaux pluviales. Les fonctions primaires du réseau de la voirie, c'est-à-dire accès aux parcelles, communication entre habitants, liaison entre quartiers, et - plus général - chemins

pour piétons, animaux, deux-roues, voitures de tourisme, camions et bus, doivent bien sûr être également garanties.

1. AMENAGEMENT D'UN QUARTIER PAR LE RESEAU DE LA VOIRIE

L'orientation des rues dans un quartier détermine la position des îlots et des parcelles. Il est donc nécessaire de se rendre compte avant la mise en valeur d'un terrain des conséquences de l'orientation, fixée dans le plan de lotissement. Elle a des effets sur l'exposition au soleil des parcelles, sur la façon de s'orienter dans le quartier et sur la possibilité d'atteindre le centre-ville ou autres points importants sans trop de détours. Néanmoins ces problèmes ne touchent guère l'évacuation des eaux pluviales.

C'est l'inclinaison des rues par rapport à la pente naturelle qui est le point important du sujet ici traité. Quand le tracé des rues est une fois fixé et le terrain loti, peut-être même déjà mis en valeur, un changement n'est plus possible sans causer de problèmes sociaux, financiers et éventuellement de construction.

En principe il y a trois différentes possibilités pour prévoir le réseau de la voirie par rapport à la pente naturelle d'un terrain donné :

1 - Les rues sont tracées parallèlement et perpendiculairement aux courbes de niveau.

2 - Les rues sont tracées en biais des courbes de niveau de telle façon que l'eau, coulant dans les rues, soit rassemblée dans un collecteur au centre du quartier.

3 - Les rues sont également tracées en biais des courbes de niveau, mais de telle façon que l'eau se disperse et coule vers les côtés du quartier.

Les avantages et les inconvénients de ces trois solutions seront discutés sur le principe ci-dessous dans un quartier d'environ 15 ha, situé sur une faible pente. De plus un aménagement de ramification hiérarchique est présenté comme alternative à l'aménagement perpendiculaire habituel.

1.1. Tracé perpendiculaire

L'aménagement d'un quartier par des rues perpendiculaires et parallèles aux courbes de niveau (voir fig. 1) se rencontre dans toutes les villes du Niger. Son grand avantage est la facilité de tous les travaux topographiques nécessaires. Il suffit d'un minimum de points de repère pour établir le système entier.

De plus cette manière de lotir produit des parcelles qui sont toutes de même taille et de même forme. Cela évite non seulement la discussion si une parcelle est

préférable à une autre, mais aussi le problème d'évaluation des parcelles au point de vue prix ou taxe. L'orientation vers les points cardinaux et par rapport à l'inclinaison du terrain est la même, de sorte toutes les parcelles peuvent être aménagées à l'intérieur de la même façon. La seule différence restante est la position de la rue vis-à-vis des parcelles : en aval ou en amont.

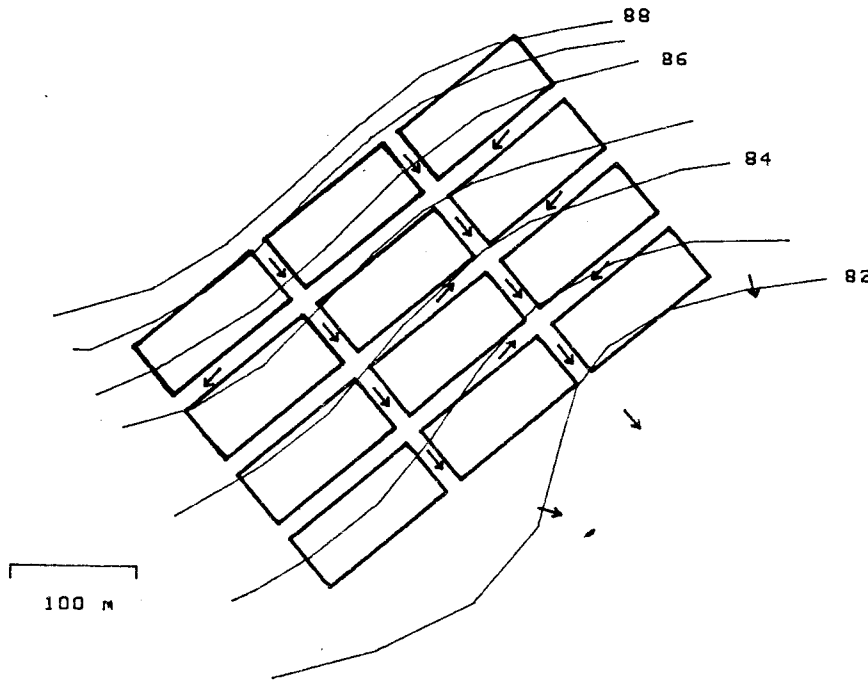


Figure 1 : Tracé perpendiculaire.

En ce qui concerne l'évacuation des eaux pluviales, ce système d'aménagement peut présenter les inconvénients déjà discutés ci-dessus. L'eau n'est pas dirigée, mais elle peut prendre le chemin le plus facile et le plus rapide dans les rues perpendiculaires aux courbes de niveau. Il est à peine possible de freiner sa course et si l'on souhaitait prévoir un équipement public en aval sur une parcelle plus large, l'eau se heurterait à cet obstacle avec toute sa force. Un tel système, une fois installé, détermine donc nettement l'occupation du sol en aval.

Par contre dans les rues parallèles aux courbes de niveau l'évacuation peut devenir difficile au moindre creux. L'eau commence à stagner en formant des flaques qui attaquent les constructions dès qu'elles les atteignent. Un deuxième aspect des rues sans inclinaison doit être mentionné, bien qu'il n'ait pas encore d'importance. Au cas, où à un moment donné une évacuation des eaux usées se montrera nécessaire, il sera difficile d'installer un système atteignant toutes les parcelles avec l'inclinaison minimale nécessaire.

Vu les avantages et les inconvénients de cet aménagement, on peut en conclure, qu'il est sûrement adapté à certaines mises en valeur, surtout quand il s'agit d'un terrain en pente douce ou situé dans un petit bassin versant. Mais il faut se rendre compte que si les eaux de pluie accumulées ne posent pas de problèmes en aval du quartier prévu, ce peut être éventuellement le cas pour un ancien quartier ou pour un équipement public déjà existant.

1.2. Tracé vers le centre

Pour éviter des rues trop pentues d'un côté et des rues trop planes de l'autre, il faut les tracer en biais des courbes de niveau. En général, on ne va pas garder le système habituel rectangulaire, mais plutôt prévoir des croisements de rues à angles aigus et obtus, pour donner à l'écoulement la direction souhaitable (voir fig. 2).

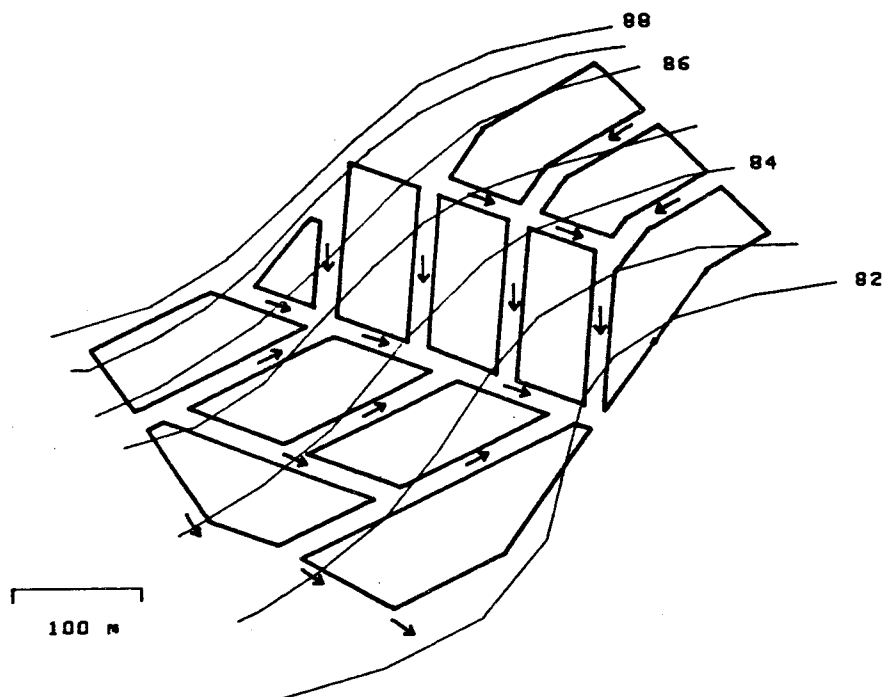


Figure 2 : Tracé vers le centre.

Dans ce cas, les flots non plus ne peuvent rester rectangulaires, mais prennent la forme de parallélogrammes. Les parcelles peuvent être loties de façon rectangulaire, à l'exception de celles situées aux coins des flots. De toute manière il faut faire attention à ce que les angles choisis ne soient pas très supérieurs ou inférieurs à 90 degrés, pour que les parcelles ne deviennent pas beaucoup plus longues que larges.

Dans l'exemple présenté ci-dessus, le collecteur central, qu'il soit une rue drainante pavée ou un canal, coupe les courbes de niveau sous environ 70 degrés, les rues d'accès sous, respectivement 20 et 45 degrés.

De cette façon l'écoulement s'effectue à une vitesse diminuée, les voies d'écoulement ne se croisent pas et une desserte ultérieure d'eaux usées ne poserait pas de problème. Naturellement la voie considérée comme collecteur d'eau pluviale doit être confondue avec une rue principale.

Comme au tracé perpendiculaire, il est nécessaire d'observer le sens d'écoulement des eaux quittant le quartier. Un obstacle serait encore plus fortement attaqué, parce que l'eau pluviale ne sort plus qu'à un seul endroit, donc en plus grande quantité. Mais contrairement au tracé perpendiculaire, la quantité d'eau sortante est plus facile à estimer et le point de sortie à définir.

1.3. Tracé vers l'extérieur

Ce troisième exemple d'aménagement principal (voir fig. 3) ne semble varier que peu par rapport au deuxième. En effet, le trafic s'organise probablement à peu près de la même façon et les îlots se ressemblent également. Mais la différence essentielle se trouve dans la possibilité d'évacuation des eaux pluviales.

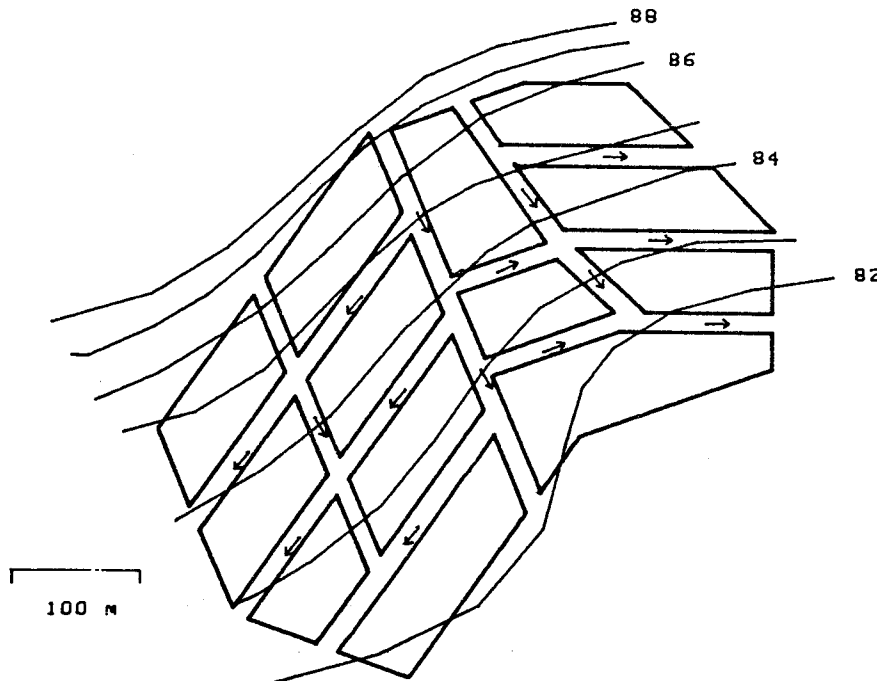


Figure 3 : Tracé vers l'extérieur.

Tandis que dans l'exemple précédent toute l'eau se concentre au milieu du quartier, une grande partie de l'eau est ici guidée vers son extérieur, en supposant qu'elle y puisse s'infiltrer dans le sol ou s'écouler dans difficulté.

L'avantage de cette solution est la diminution des eaux pluviales à la sortie du quartier. Si par exemple dans le quartier avoisinant en aval, il se pose déjà des difficultés d'évacuation d'eau, un aménagement pareil peut être considéré.

Un point critique du système est le croisement des rues, où deux voies d'écoulement se rencontrent pour continuer dans deux directions différentes. Si les quantités d'eau arrivant à ce noeud sont trop importantes, il faut craindre les turbulences qui présentent un danger pour toute construction située à cette bifurcation.

Le danger peut être réduit par une direction principale d'évacuation, où les rues sont nettement plus en pente que dans l'autre direction. Dans l'exemple, l'angle entre les rues et les courbes de niveau est pour une direction de 50 à 70 degrés, mais seulement de 10 à 20 degrés pour l'autre direction.

Une solution plus efficace, mais aussi coûteuse est de prévoir pour une direction le drainage par rues pavées, pour l'autre le drainage par caniveaux. Aux croisements, les caniveaux nécessitent un passage souterrain et les deux voies d'écoulement se touchent à peine.

On peut résumer que les avantages de l'aménagement en biais des courbes de niveau sont surtout la diminution de la vitesse d'écoulement et la possibilité de canaliser l'eau vers l'endroit voulu du quartier. Un certain danger pour les constructions au coin aval des bifurcations doit être prévenu.

1.4. Tracé ramifié

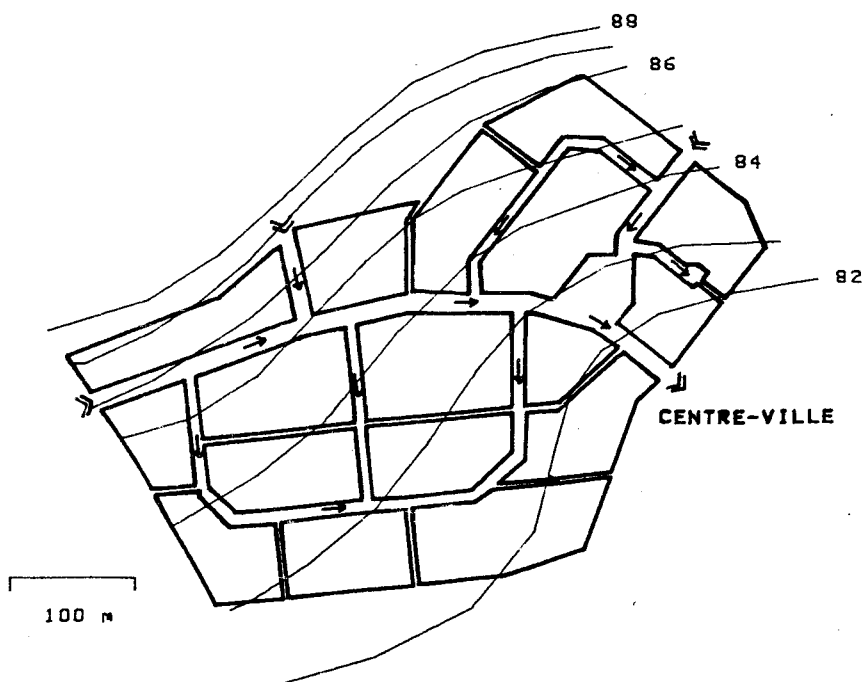


Figure 4 : Tracé ramifié.

Un dernier exemple montre le tracé en biais des courbes de niveau, mais de façon ramifiée (voir fig. 4). La caractéristique du tracé ramifié est le fait que la voirie n'est plus maillée au même degré pour les voitures que pour les piétons et les deux-roues.

Voitures de tourisme, camions et bus trouvent dans le quartier une rue transversale principale avec deux bifurcations importantes, dont l'une est combinée avec une place publique. L'emprise de ce réseau primaire pourrait être de 15 mètres.

Le réseau secondaire ne sert plus qu'à atteindre tous les flots du quartier. Son emprise est d'environ 10 m. La troisième catégorie de rues garantit finalement l'accès à toutes les parcelles. Bien que cet accès soit possible aussi bien pour les véhicules que pour les piétons, les rues sont moins attrayantes pour le trafic motorisé, car elles n'ont qu'une emprise maximale de 8 m. Dans ces rues la sécurité des piétons est plus grande que dans les rues de première catégorie.

Même si les problèmes de trafic ne sont qu'à peine sensibles dans les villes du Niger, il faut s'attendre à ce qu'ils augmentent d'année en année, vu la croissance de nombre des véhicules. De plus les habitants profitent dès aujourd'hui d'un tel tracé ramifié, parce qu'il soutient la constitution d'un centre dans le quartier. Le centre est une des conditions nécessaires à une vie sociale et à un sentiment d'identification avec le quartier.

2. CARREFOURS ET EMPRISES

Mis à part le tracé des rues, l'aménagement de la voirie au Niger montre deux caractéristiques essentielles :

- 1) les carrefours par croisement de rues et
- 2) les emprises larges des rues.

Dans un système de voirie non-hiérarchique, les croisements sont les éléments adéquats pour s'orienter et pour atteindre chaque lieu dans le quartier sur un chemin relativement direct (le plus grand détour possible est de l'ordre du facteur 1,4).

Mais dans un système de voirie hiérarchique il faut différencier les rues de grande, de moyenne et de petite importance pour le trafic. Cela s'exprime non seulement par les différentes emprises des rues, mais aussi par les différentes possibilités qu'offrent ces rues à la vie sociale urbaine.

Un aménagement hiérarchique n'est pas soutenu de façon efficace par des croisements de rues, mais bien plus par des embouchements, où la rue subordonnée débouche dans la rue supérieure sans la croiser (voir fig. 5). De cette manière la hiérarchie devient visible et compréhensible pour tous les passants.

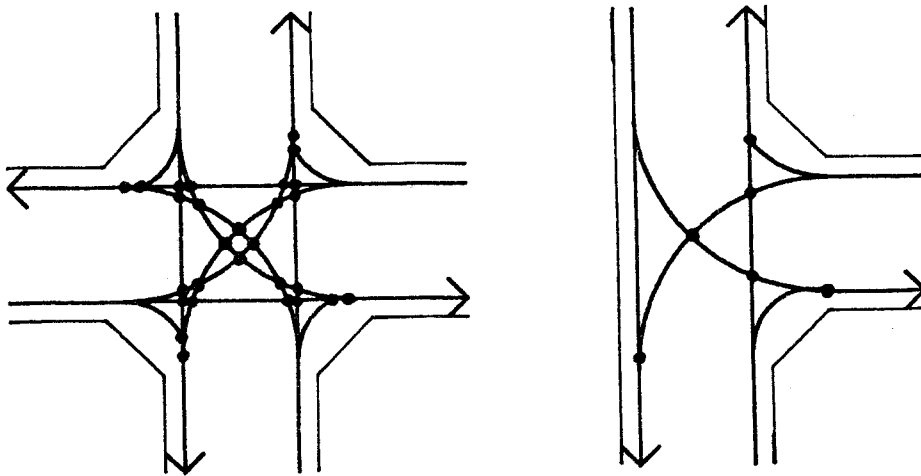


Figure 5 : Carrefour par croisement et par embouchement.

Un autre argument important en faveur des embouchements représente la sécurité pour le trafic motorisé : Il y a dans un croisement 28 points où les différents sens de trafic se rencontrent, alors qu'un embouchement n'en a que 6. Les lieux d'accidents possibles sont donc plus que quatre fois plus nombreux pour un croisement que pour un embouchement. La figure 4 montre l'aménagement d'un quartier sans croisement de rues de la même catégorie.

L'autre caractéristique d'aménagement est l'emprise large des rues. Evidemment une telle emprise donne beaucoup de possibilités quant à l'utilisation des rues. De plus elle prévoit des besoins éventuels futurs, pas encore connus. Mais ces arguments ne peuvent pas être réclamés pour toute la voirie urbaine.

Certes, dans les quartiers d'aujourd'hui on trouve aussi des rues moins larges. Mais il serait possible et souvent souhaitable d'aller plus loin dans cette conception et de réduire les standards d'emprise, sans bien sûr perdre la hiérarchie nécessaire.

Entre les emprises des rues et le surplus en surface et en distances existent des relations simples (voir fig. 6) :

$$SSN = \frac{(LI+PI)EL - (LI+PI)ES + EL^2 - ES^2}{LI \cdot PI + (LI+PI)ES + ES^2} \cdot 100 \%$$

$$DSN = \frac{EL - ES}{PI + ES} \cdot 100 \%$$

avec SSN = surface supplémentaire nécessaire
DSN = distance supplémentaire nécessaire
ES = emprise standard (ici : 8 m)
EL = emprise large
LI = largeur des flots (côté étroit, ici : 60 m)
PI = profondeur des flots (côté long).

Une plus grande surface est nécessaire, quand les îlots sont petits, entourés de rues larges. Par exemple un quartier avec des rues de 30 m d'emprise et des îlots de 12 parcelles seulement est de 62,1 % plus grand que quand on prévoit une emprise de 8 m seulement.

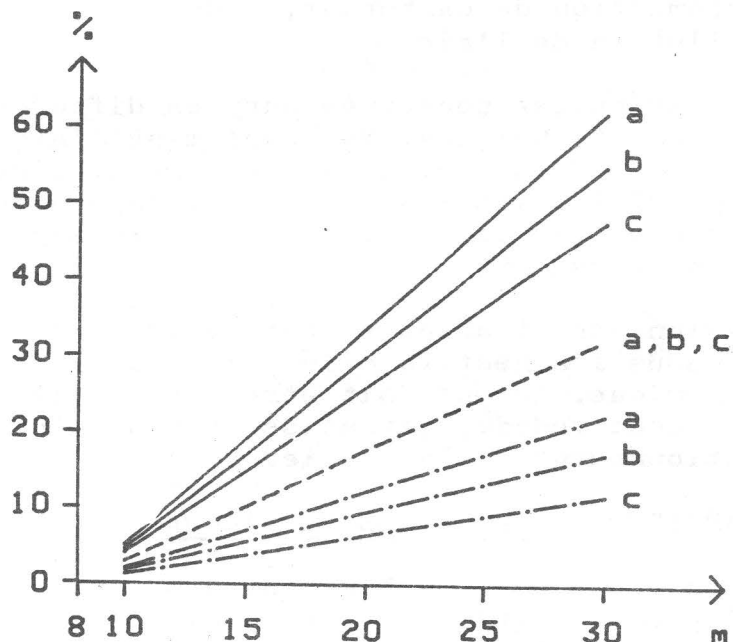


Figure 6 : Croissance de la surface d'un quartier et des distances dans celui-ci par des différentes emprises de rues.

- croissance de la surface ;
- - - croissance des distances vers le centre-ville, îlots perpendiculaires à la direction ;
- · - · - croissance des distances vers le centre-ville, îlots parallèles à la direction ;
- a îlots de 90 sur 60 m (12 parcelles 15 sur 30 m) ;
- b îlots de 120 sur 60 m (16 parcelles) ;
- c îlots de 180 sur 60 m (24 parcelles).

Les distances dans le quartier ne dépendent pas seulement de la largeur des rues, mais aussi du fait si le côté large ou le côté étroit est dirigé vers le centre-ville. Un aménagement par rues de 30 m d'emprise peut augmenter les distances de 32,4 %.

Le besoin en surface ne pose généralement pas de problèmes dans un pays aussi étendu que le Niger. Seulement, quand il y a des obstacles naturels (mares, rochers, goulbis, fleuves, etc.), des occupations du sol importantes (jardins, plantations, reboisements) ou un périmètre urbain trop proche, la croissance d'une ville peut devenir difficile.

Les conséquences d'un surplus en distances sont beaucoup plus graves pour la population aussi bien que pour l'administration. La population ressent l'augmentation des distances dans des trajets plus longs pour arriver aux équipements publics, aux magasins, à un lieu de travail, ou chez des amis. Pour les véhicules motorisés elle signifie une plus grande consommation de carburant, donc plus de frais et plus de pollution de l'air.

L'administration est concernée par les différents réseaux infrastructuraux techniques. Non seulement l'aménagement et l'entretien de la voirie, mais aussi les mesures pour évacuer l'eau pluviale, les installations d'approvisionnement en eau et en électricité et même le ramassage des ordures deviennent plus coûteux.

La discussion des standards reste alors à déterminer non seulement sous l'aspect fonctionnel, mais aussi sous cet aspect économique. Le but doit être d'en arriver à des standards d'un coût réduit, garantissant néanmoins entièrement le fonctionnement de la voirie.

3. EXEMPLE D'UN QUARTIER DANS LA VILLE DE TAHOUA

L'aménagement habituel au Niger avec un tracé perpendiculaire aux courbes de niveau, un grand nombre de croisements et des emprises relativement larges se retrouve dans un quartier type de la ville de TAHOUA, avec environ 44 000 habitants quatrième ville du Niger après Niamey, Zinder et Maradi (voir fig. 7).

3.1. Topographie de la zone du projet

La zone du projet a une pente irrégulière vers le sud avec des courbes de niveau entre 364 et 384 m. La pente du terrain naturel varie entre 0 et 12 % (voir fig. 8).

La majeure partie des eaux de ruissellement se déverse d'abord dans une dépression peu profonde à la limite du centre-ville, puis plus loin dans une 2ème dépression avant de se jeter dans le Kori situé au nord-est. Dans chacune des deux dépressions se forme une mare pouvant stagner pendant un à deux mois après la saison des pluies.

A la limite est se trouvent quelques carrières de banco jouant le rôle de bassins de rétention. L'extrême nord-est déverse ses eaux directement dans la grande vallée qui reçoit la presque totalité des eaux de la ville. Les parties nord et ouest sont limitées par des zones parsemées de collines et de dépressions. Les courbes de niveau y varient entre 375 et 390 m. Il n'existe pas de crevasses ni de très fortes pentes dans toute la zone du projet.

3.2. Plan d'occupation du sol et mise en valeur

La superficie totale de la zone du projet est de 123,69 ha dont 116,65 ha lotis.

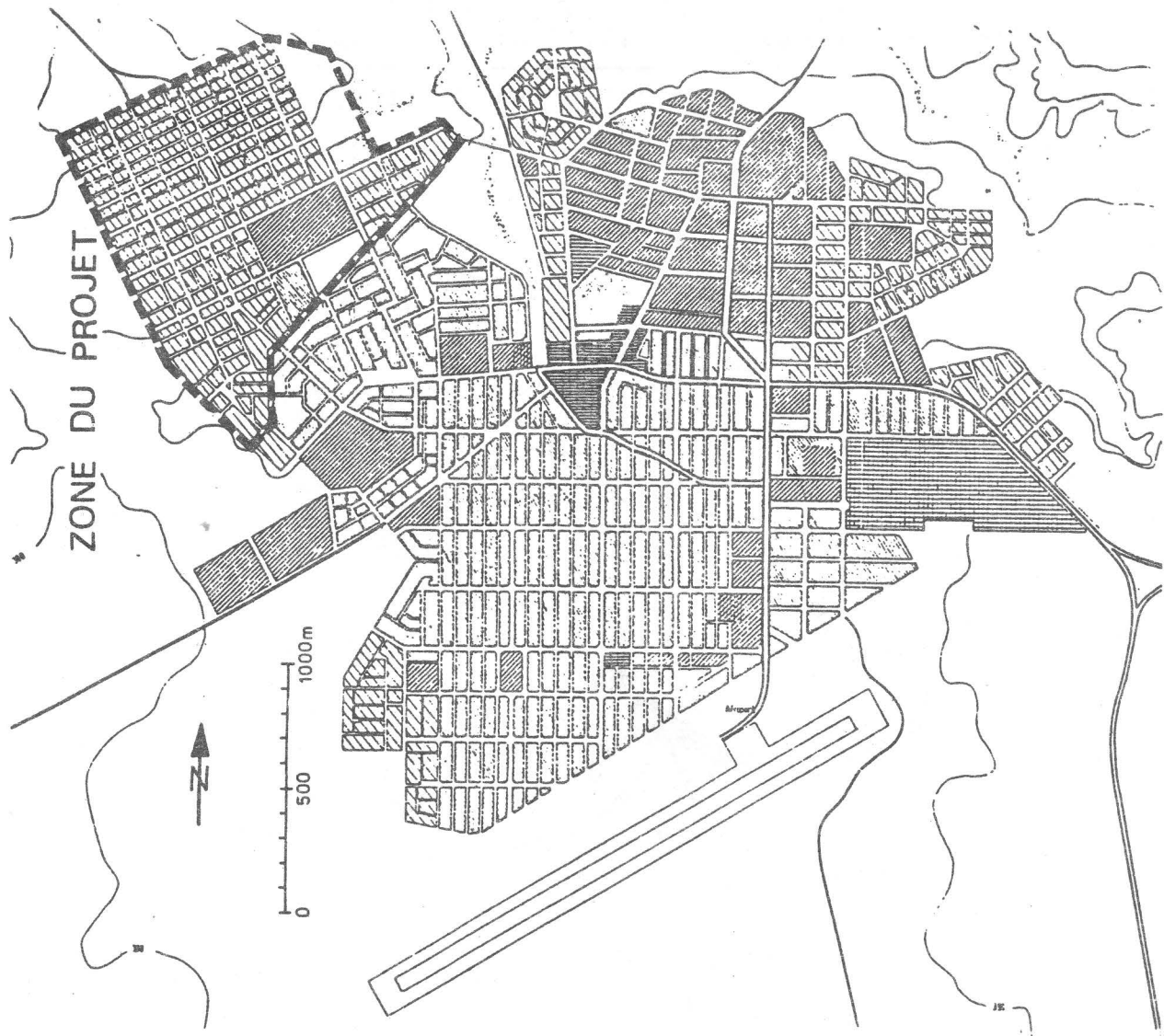


Figure 7 : La ville de TAHOUA et la position de la zone du projet.

Comme type d'habitat il a été essentiellement prévu :

1) l'habitat dit traditionnel avec divers équipements publics dont un lycée d'Etat, un terrain de sport et une arène de lutte déjà construits.

2) l'habitat moderne, constitué par 20 logements déjà construits pour les cadres de l'Etat.

La voirie, composée d'un réseau maillé dense de rues de 10 m, 15 m et 20 m occupe plus de 30 % de la superficie totale. Les surfaces réservées quant à elle ne représentent que 12 %.

La répartition globale est la suivante :

- habitat traditionnel	54,37 ha	46,6 %
- habitat moderne	1,78 ha	1,5 %
- équipements publics	9,76 ha	8,4 %
- voiries	36,58 ha	31,4 %
- surfaces réservées	14,17 ha	12,1 %
Total	116,66 ha	100,0 %

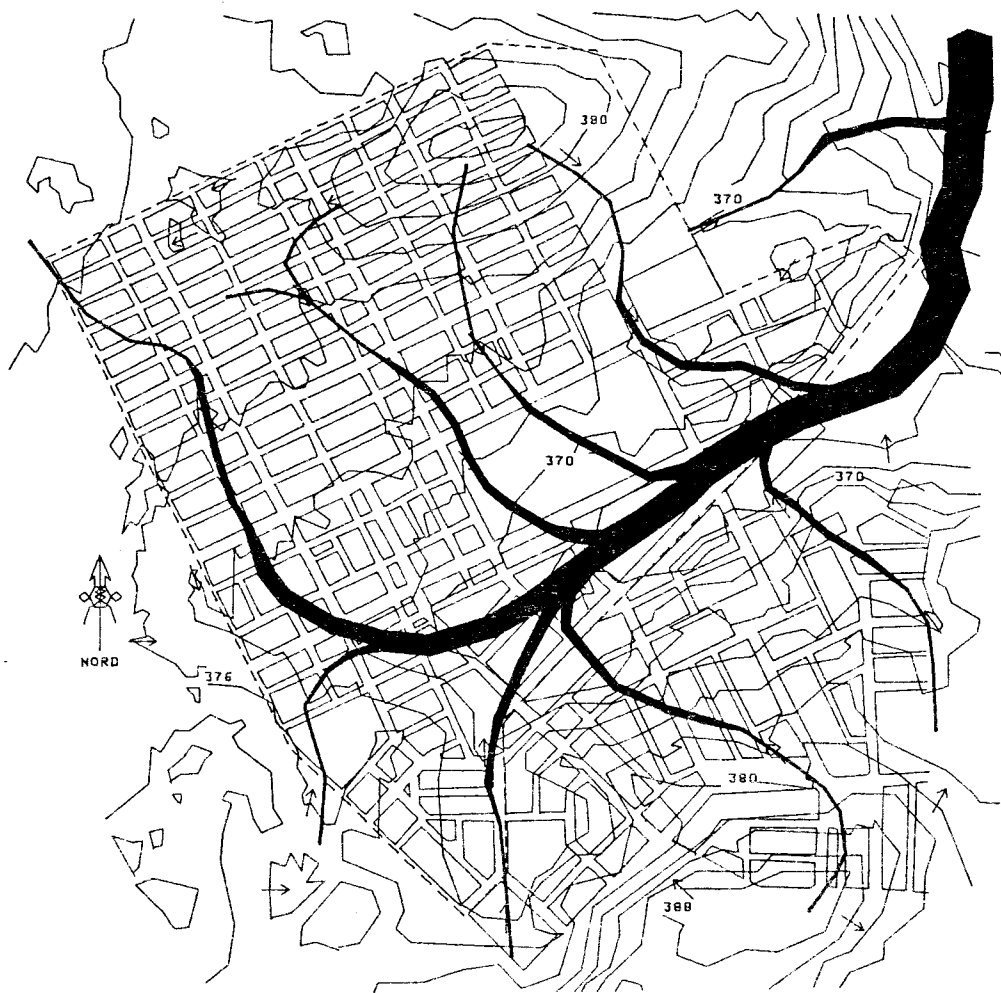


Figure 2 : Ruissellement naturel dans la zone du projet.

Le nombre total des parcelles est de 1156 dont 1136 pour l'habitat traditionnel et 20 pour l'habitat moderne. La superficie parcellaire moyenne est donc de 479 m² pour l'habitat traditionnel et de 890 m² pour l'habitat moderne. A l'heure actuelle on peut estimer à peu près à 30 % le nombre de parcelles mises en valeur.

En considérant une moyenne de 11 personnes par ménage, la population totale de la zone du projet s'élèvera à 12700 habitants, ce qui représente une densité nette de 226 hts/ha, brute de 110 hts/ha.

3.3. Evaluation de l'aménagement

La zone du projet est aménagée par un filet perpendiculaire de voirie. Une faible hiérarchie est constituée dans une direction par la largeur des rues n° 3, 6 et 8 et dans l'autre direction par les rues I, L et O. Par rapport aux courbes de niveau, le tracé des rues est ou parallèle, ou perpendiculaire.

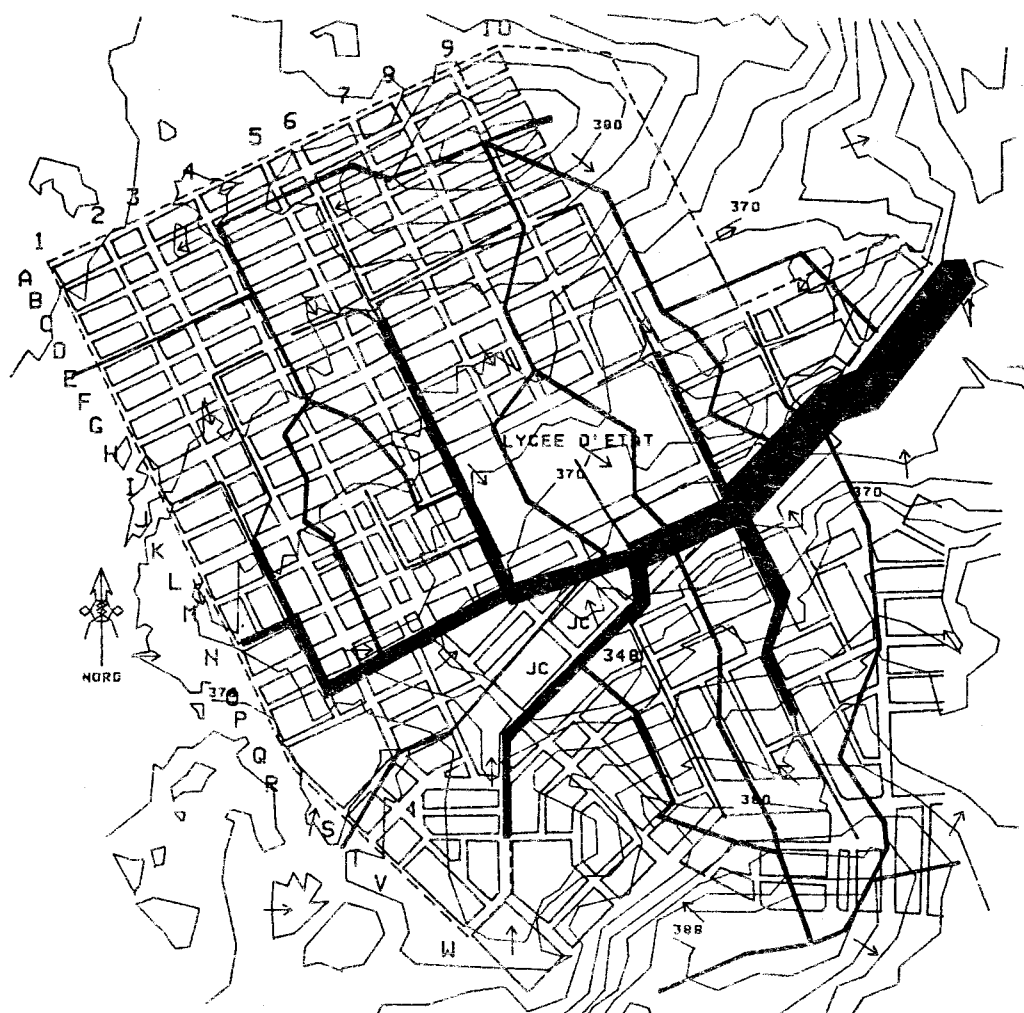


Figure 9 : La zone du projet et l'évacuation des eaux pluviales

Mises à part quelques exceptions, les îlots sont tous rectangulaires, le côté large tourné vers le centre-ville. Ils ont des largeurs de 50 m et des longueurs de 50 à 250 m. Les petites dimensions de beaucoup d'îlots et l'emprise relativement large des rues sont la cause de la grande consommation de surface par la voirie (plus de 30 % du terrain).

Presque tout le lotissement ne représente qu'un bassin versant (voir fig. 9). Ce n'est qu'au nord, où se trouve une petite colline, que l'eau coule aussi vers l'extérieur du quartier. Mais le réseau de la voirie n'en tient pas compte et garde exactement sa direction. Des petits bassins sans issue au nord-ouest du quartier n'influencent pas non plus la régularité du système de la voirie. Ce n'est qu'au sud de la zone

du projet que le tracé perpendiculaire est légèrement modifié, évidemment pour tenir compte du changement de direction des courbes de niveau.

Un point spécialement critique pour l'évacuation des eaux pluviales se trouve à l'endroit du lycée, là où une rue principale (n° 8) aboutit sans continuation dans une autre (rue L). Le chemin d'écoulement est bloqué ici par un grand mur contournant les bâtiments du lycée. La protection de ce mur contre l'érosion des eaux pluviales sera sans doute difficile.

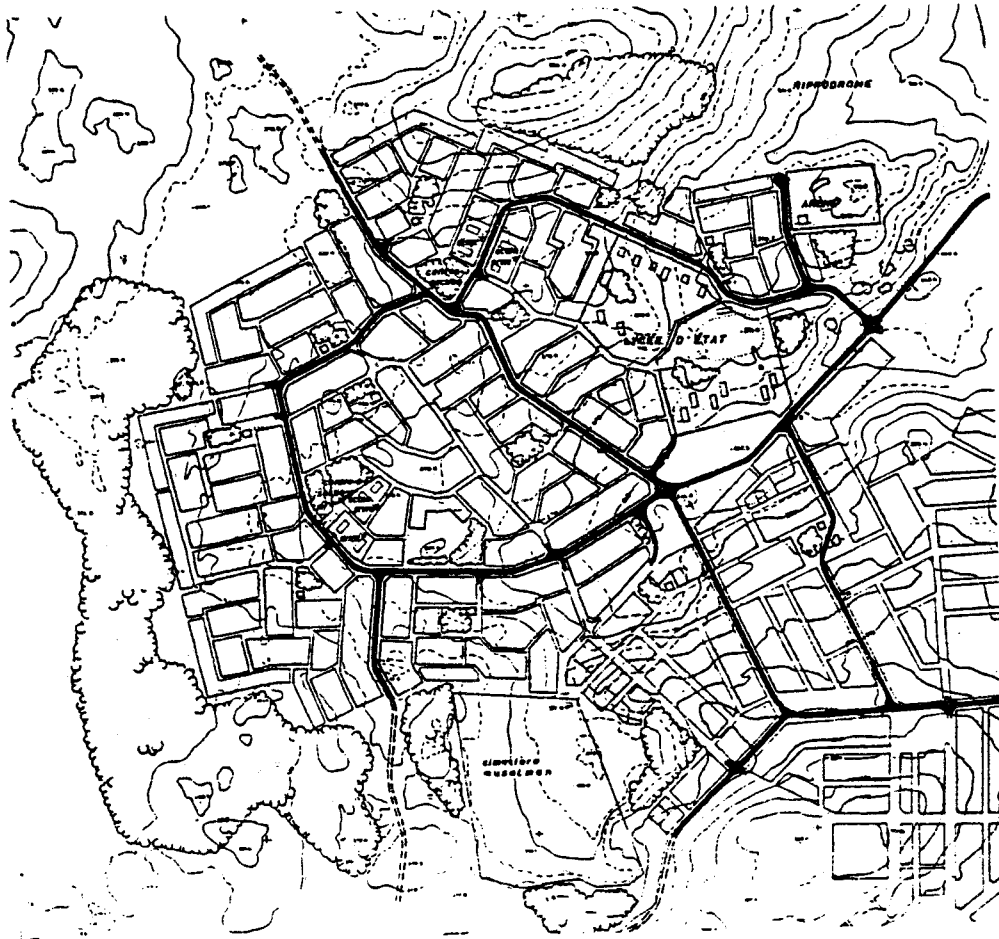


Figure 10 : Aménagement alternatif d'un quartier
(SCHULZ-EHLBECK 1985)

Il existe aussi autre part des problèmes liés au fait que les rues principales ne sont pas toujours des chemins favorables à l'évacuation des eaux pluviales. Par exemple la rue O est tracée trop au nord pour pouvoir recevoir le collecteur central de la zone du projet. Il devrait plutôt être installé dans la rue P.

Une conception fictive, dans laquelle les besoins d'évacuation des eaux pluviales ont été plus strictement observés, montre le plan d'un aménagement alternatif du même quartier (voir fig. 10). Il se base sur un genre de tracé ramifié, mais l'orientation des rues est restée généralement perpendiculaire aux courbes de niveau.

Cet exemple peut faire comprendre qu'il y a toujours plusieurs possibilités quant à l'aménagement d'un quartier, et que chacune d'elles présente ses avantages et ses inconvénients. C'est aux responsables de décider de l'importance de ceux-ci, afin de fixer l'aménagement à réaliser définitivement.

RETENTION DES EAUX DE PLUIE

par Raimund HERZ

La lutte contre l'érosion et les inondations, provoquées par l'écoulement accru des eaux pluviales dans les zones urbaines peut être menée, efficacement en prévenant la réunion de grandes quantités d'eau qui ne sont plus maîtrisables ainsi. Pour cela, il faudrait retenir l'eau de pluie si possible là où elle tombe pour l'infiltrer, l'évaporer ou du moins la retarder dans son écoulement.

1. Réduction de l'écoulement des eaux de pluie

L'écoulement des eaux de pluie peut être réduit par des mesures prises sur les parcelles, dans le voisinage et en-dehors du quartier.

1.1. Sur la parcelle

L'évacuation de grandes quantités d'eau peut être réduite en retenant ou en infiltrant une partie des eaux de pluie directement sur les parcelles. Ce qui est fait à un certain degré par les toits plats de l'habitat traditionnel et par la clôture des parcelles. Des constructions non clôturées et des toits de tuiles ou en tôle réduiraient leur capacité de rétention et aggraveraient donc les problèmes de l'évacuation des eaux de pluie. Le développement des villes va malheureusement dans ce sens-là. On peut atténuer cela en aménageant de petits bassins d'infiltration ou de rétention, ou en collectant dans des citernes l'eau des toits de tuiles, que l'on pourra réutiliser pour le ménage ou pour l'arrosage des plantes.

Quantité de pluie estimée par parcelle

Au Sahel, les précipitations varient beaucoup selon les régions et d'une année à l'autre. Par ailleurs, les quelques stations de mesures ne possèdent pas encore assez de données pour faire des analyses précises. Une évaluation de ces quantités peut toutefois être faite d'après la formule de REINHOLD, si l'intensité de la pluie de 15 minutes dépassée en moyenne une fois par année est connue (voir rapport MAIKIBI). L'application de cette formule au Sahel n'est cependant pas sans poser quelques problèmes.

C'est pourquoi on applique souvent la formule de MONTANA pour le dimensionnement des ouvrages d'assainissement, une formule qui prend en compte les paramètres spécifiques à la zone du Sahel et qui s'exprime par :

$$i = at^{-b}$$

avec i intensité de la pluie (mm/min)
 t durée de la pluie (min)
 a, b paramètres correspondant aux conditions locales.

Pour les projets d'assainissement de Maradi (1974), Zinder (1979) et Niamey (1981), les valeurs des paramètres étaient :

$$7,0 < a < 7,8$$
$$b = 0,5$$

Il en résulte l'intensité d'une pluie décennale. Les canalisations sont pourtant dimensionnées pour des intensités plus faibles qui seront dépassées plus souvent. Les facteurs d'une réduction correspondante peuvent être déterminés par la relation de la formule de REINHOLD :

$$f(n) = n^{-0,25} - 0,369$$

avec n fréquence de la pluie par an

La pluie décennale d'après MONTANA est ainsi réduite par le facteur 0,45 pour la pluie annuelle, et par le facteur 0,58 pour la pluie biennale. On en déduit la formule approchée suivante, donnant la quantité d'eau tombée durant le temps t pour une fréquence de 2 ans, sur une parcelle d'une surface de $15 \times 30 = 450 \text{ m}^2$.

$$V = 2 \sqrt{t} \quad (\text{m}^3)$$

La figure 1 représente cette fonction pour différentes fréquences.

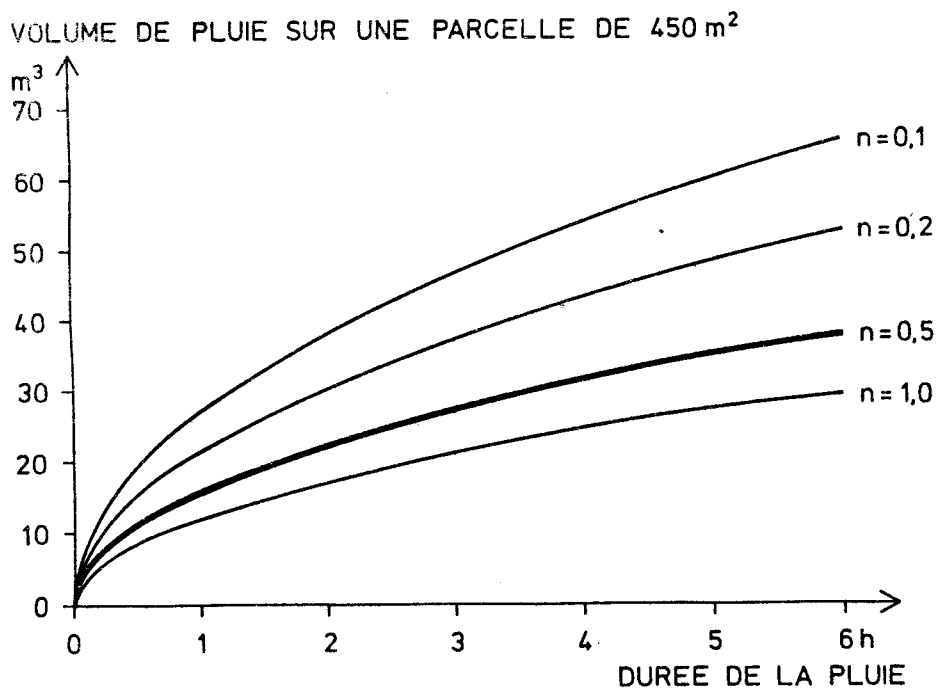


Figure 1 : Volume de pluie en fonction de la durée et de la fréquence.

La quantité d'eau augmente dégressivement avec la durée de la pluie. Une durée définie correspond à une valeur qui peut être atteinte voire dépassée avec une certaine fréquence. Par exemple, pour une pluie de 6 heures, la quantité d'eau atteinte, voire dépassée, par année ($n = 1$) s'élève à environ 30 m³, tous les 2 ans ($n = 0,5$) elle s'élève à 38 m³ et tous les 10 ans ($n = 0,1$) à 66 m³.

Quantité d'eau à retenir

De telles quantités d'eau ne peuvent évidemment plus être retenues sur la parcelle sans gêne pour les habitants. Pour une parcelle plane avec une superficie bâtie de 60 %, il faudrait des seuils d'entrée hauts de 30 cm et protéger jusqu'à cette hauteur les murs en argile, ou alors creuser un grand bassin. Bien sûr, ces solutions ne sont pas acceptables.

Les dimensions d'un bassin de retenue diminuent dès que la vitesse d'infiltration de l'eau augmente. Pour cela, on peut aménager un puits d'infiltration. Sa capacité d'absorption dépend de la perméabilité du sous-sol, de son diamètre et de sa profondeur. Un puits qui infiltre environ 1 l/s réduirait déjà sensiblement les dimensions du bassin. Une pluie de 6 heures de 40 m³ environ pourrait alors être recueillie dans un bassin de 20 m³ seulement, par exemple, un bassin d'une profondeur de 0,5 m et de 7 m de diamètre autour d'un arbre.

Mais il n'est pas nécessaire de retenir l'eau d'une pluie aussi longue sur la parcelle. En effet, les routes et les canaux sont dimensionnés pour les pluies de pointe de 10 à 15 minutes. Pour des pluies plus longues et d'intensité plus faible, ils sont donc disponibles pour l'évacuation des eaux de la parcelle.

Le bassin d'infiltration peut ainsi être réduit à condition de prévoir un déversoir vers la route. Ce déversoir est indispensable d'une part, pour une pluie plus abondante d'une fréquence plus faible. D'autre part, dans le cas de 2 pluies successives, l'eau de la première pluie n'est peut-être pas encore infiltrée entièrement. Aujourd'hui, l'évacuation des eaux pluviales de la parcelle se fait déjà de cette manière, en général par la porte d'entrée.

Le bassin devrait au moins pouvoir recevoir la pluie de pointe de 15 minutes. Ce qui est possible dans un bassin assez plat autour d'un arbre, comme le montre la figure 2.

L'aménagement d'un tel bassin pourrait être entrepris par les propriétaires eux-mêmes, d'autant plus que ce bassin est bénéfique à la croissance de l'arbre qui rend la cour plus habitable. Il semble cependant plus délicat de vérifier si la capacité de rétention ne sera pas diminuée lors d'une utilisation plus intensive de la parcelle. Il faut éviter que le bassin ne se remplisse trop tôt et surcharge la rue durant la pluie de pointe.

Sous réserve que ce système fonctionne bien, la superficie des parcelles peut être exclue de la détermination du débit de pointe et la voirie urbaine constituerait la seule superficie à drainer pendant la période décisive. Dans ce cas, le débit des eaux pluviales par les rues se réduirait de moitié à peu près. En conséquence, l'érosion serait supprimée et la construction coûteuse de canalisations évitée. Vu ces avantages économiques, il serait donc souhaitable de réfléchir comment on pourrait contrôler la capacité de rétention des eaux pluviales sur la parcelle, au cas où cela s'avère nécessaire.

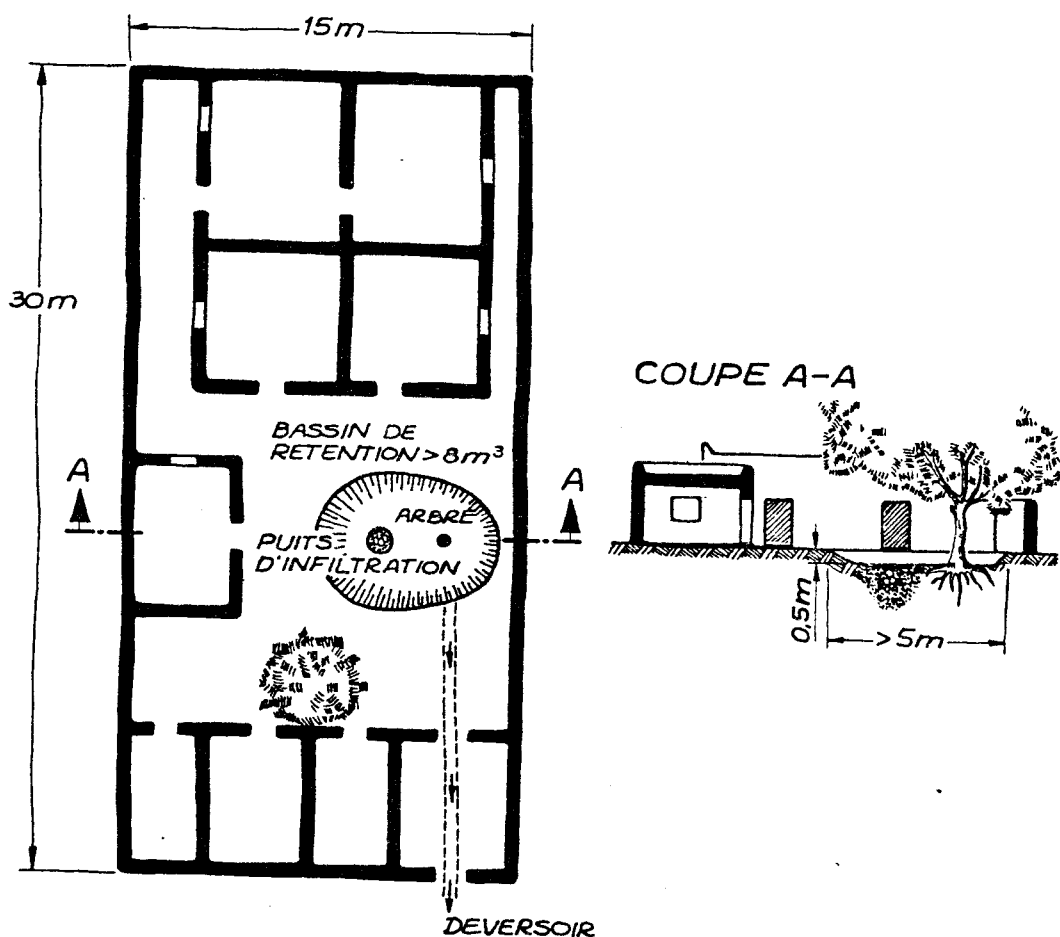
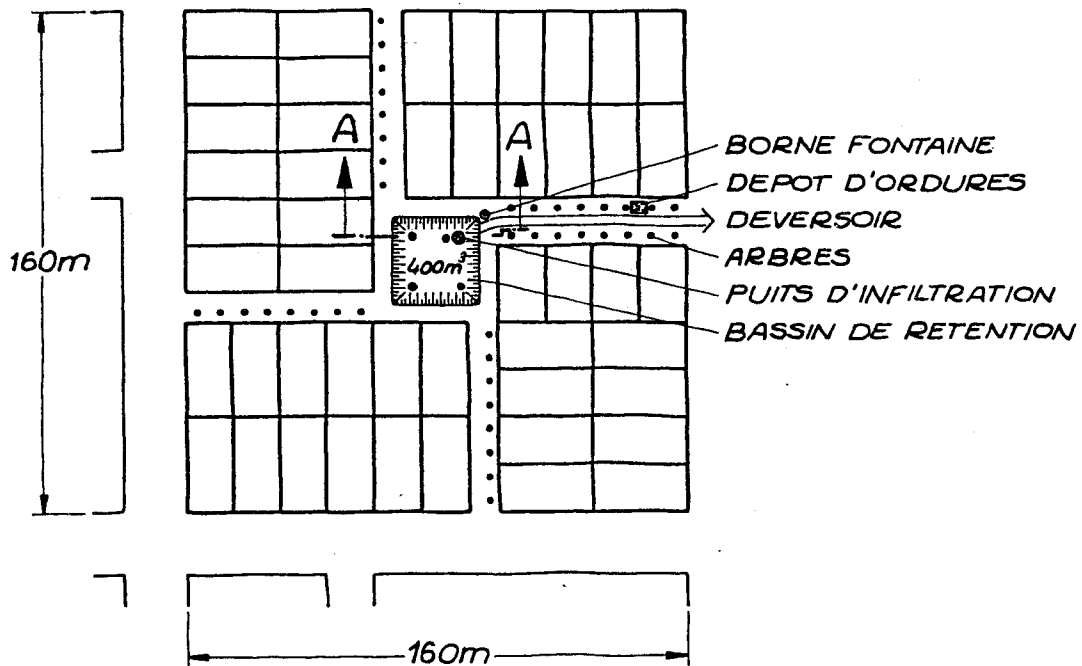


Figure 2 : Mini-bassin de rétention et d'infiltration sur la parcelle.

1.2. Dans le voisinage

Au cas où le contrôle des eaux pluviales sur la parcelle n'est pas possible, on peut recourir à d'autres possibilités qui consisteraient à réduire les quantités d'eau à évacuer dans le domaine public ou semi-public. La figure 3 représente un bassin de rétention pour un bloc de 48 parcelles d'une surface totale de 2,6 ha.



COUPE A-A

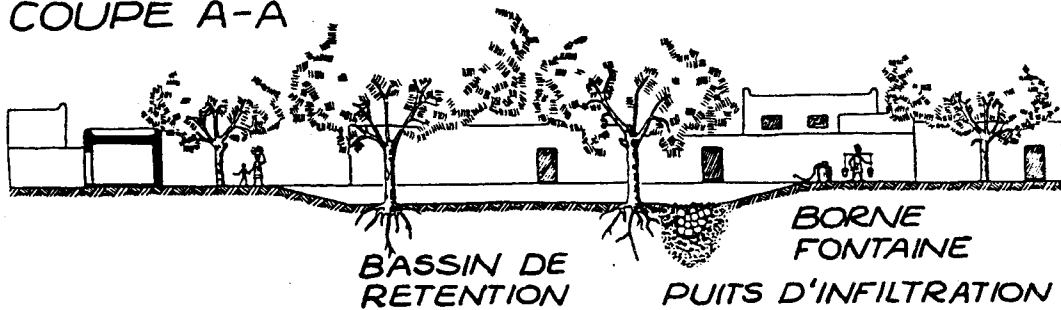


Figure 3 : Schéma d'un bassin de rétention et d'infiltration au milieu d'un bloc d'habitat.

Pour une pluie biennale de 15 minutes, il faut prévoir un bassin de rétention et d'infiltration d'un volume de 400 m³ au milieu de ce bloc, à une profondeur moyenne de 1 m. Dans le cas où les parcelles qui s'orientent vers les rues extérieures seront évacuées au-dehors du bloc, la profondeur du bassin est réduite de moitié. Le puits d'infiltration sera aménagé à l'endroit le plus profond de ce bassin. Lors d'une pluie durable, l'eau s'écoule par un trop-plein dans le réseau de collecteurs. L'eau infiltrée est également bénéfique aux arbres. Ces derniers font de la place centrale un endroit agréable pour les habitants et en font le terrain de jeux idéal pour les enfants.

C'est ainsi que la place peut jouer un rôle essentiel dans l'habitat, excepté les quelques jours où elle est inondée. Une borne-fontaine et un dépôt d'ordures près de

l'entrée principale, peuvent être aménagés pour renforcer cette fonction : l'eau déversée par la borne-fontaine peut s'écouler dans le puits d'infiltration ; le dépôt d'ordures, qu'il faudra vider régulièrement à partir de la rue, évitera l'accumulation de déchets sur la place-même.

1.3. En-dehors du quartier

Si l'eau de pluie ne peut pas être retenue sur les parcelles, sur des places locales ou dans des déblais le long des rues, par où elle s'infiltrer et s'évapore, elle se transforme en flots puissants qui ne peuvent être évacués que dans de grands canaux en terre ou en béton.

Ces canaux sont très chers et présentent surtout des coupures gênantes dans la ville, ce qui demande la construction coûteuse d'ouvrages pour les traverser. Pour réduire la section des canaux, des petits bassins de rétention peuvent être aménagés à certains endroits. Ces bassins peuvent soit recevoir la totalité des eaux de pluie, soit freiner leur vitesse d'écoulement pour diminuer la section des ouvrages de sortie. Pour cela, on pourra utiliser au Sahel les carrières de banco et les espaces libres inondables avec puits d'infiltration et plantation d'arbres.

En-dehors de leur fonction de rétention et d'infiltration de l'eau de pluie, ces bassins doivent également avoir d'autres fonctions utiles. Par conséquent, il faudrait éviter de construire des bassins de retenue à caractère purement technique et monofonctionnel (par exemple, cas de Dosso, Niger).

Dans tous les cas, il est préférable d'avoir un grand nombre de plus petits bassins de rétention qu'un nombre réduit de très grands bassins, parce que les grands bassins d'infiltration posent une série de problèmes :

- Les embouchures des canaux et les puits d'infiltration sont souvent en mauvais état.

- Les puits doivent être protégés contre la pollution et l'ensablement.

- Les bassins doivent être nettoyés après la saison des pluies pour pouvoir en refaire des terrains de jeux.

- Les jeunes arbres doivent être protégés.

- Le plus souvent, on ne peut empêcher le rejet d'eaux usées en-dehors de la saison des pluies. Ce qui fait que les bassins ne sont jamais entièrement secs et posent par là des problèmes d'hygiène.

- Parce que ces bassins sont situés en-dehors des zones d'habitat et que, de ce fait, personne ne se soucie de leur état, ils sont souvent utilisés à d'autres fins (défécation, dépôt d'ordures, parc à bétail).

- Pour pallier les problèmes hygiéniques, la commune se verrait alors obligée de les clôturer, bien que cela entraînerait une perte de superficie pour l'activité urbaine.

Une autre possibilité plus économique est d'utiliser des carrières de banco comme bassins de rétention. Ces carrières sont situées pour la plupart dans des dépressions et le long des voies naturelles d'écoulement. Contrairement aux bassins artificiels, les carrières de banco sont créées spontanément et ne demandent pas d'investissements importants de la part de la commune. Le volume total d'exploitation est dans l'ensemble supérieur à la quantité d'eau tombée au cours d'une pluie de durée quelconque. En effet, pour la construction traditionnelle en argile, il faut prévoir environ 0,2 à 0,3 m³ de banco par m² de parcelle, c'est-à-dire 200 à 300 mm. En plus, le besoin en argile pour l'entretien exige un volume additionnel considérable. Pour le bon fonctionnement comme bassins de rétention, la quantité de banco extraite doit donc être supérieure à la quantité d'eau de ruissellement du bassin versant correspondant.

Même si les carrières sont encore remplies par la dernière pluie, elles retardent le flot et amortissent le débit de pointe. Cet effet est d'autant plus marqué que la superficie inondable est grande et qu'elle peut s'élargir au fur et à mesure de l'augmentation de volume. C'est pour cela qu'il faudrait agrandir les carrières de banco relativement petites par rapport à leur bassin versant, si leur situation est propice à la production de banco et à d'autres utilisations possibles.

Pour le calcul de la surface nécessaire pour des bassins de rétention plus grands, plusieurs paramètres entrent en ligne de compte selon la fonction du bassin :

- la pluie de base,
- la largeur du fond du bassin,
- la pente du talus,
- la hauteur du radier de l'ouvrage de sortie.

Selon la fonction, on peut différencier trois types de bassins.

a) Les bassins-tampon

Ils servent uniquement à amortir l'écoulement et, par là, à réduire la section des canaux. Ils devraient être dimensionnés pour une pluie correspondant au temps de concentration dans le bassin versant. De tels bassins sont particulièrement efficaces avec un fond large et un talus plat. La sortie ne devrait pas être située au-dessus du niveau du fond, afin que le bassin puisse être sec après la pluie. Sinon, il faut prévoir l'assèchement de la cuvette par un puits d'infiltration. On évitera l'inondation des abords plats du bassin en prenant en compte pour le calcul les pluies exceptionnelles, par exemple, la pluie décennale.

b) Les bassins régulateurs intermédiaires

Les carrières de banco peuvent être utilisées comme bassins régulateurs intermédiaires (jouant un rôle de régulation et de stockage). Ces bassins auront une pente plus forte

en-dessous du déversoir. Pour le dimensionnement de la section du canal d'écoulement, il faut partir du fait que le bassin est déjà rempli avant la pluie jusqu'au radier de l'ouvrage de sortie.

c) Les bassins de rétention sans déversoir

Ils doivent être dimensionnés en fonction de la quantité d'eau ruisselant toute l'année sur le bassin versant, avec une fréquence $n < 0,1$. Dans ce cas, on prendra également en compte l'infiltration et l'évaporation sur les parcelles, sur les routes et les places publiques. Mais on introduira des coefficients de ruissellement supérieurs à ceux utilisés pour le dimensionnement des collecteurs, dans la mesure où ces bassins, stockent la totalité des eaux ruisselées sur le bassin versant. D'autre part, le volume à stocker diminue selon la vitesse d'évaporation (en fonction de l'humidité, de la vitesse du vent et de la surface d'eau) et la vitesse d'infiltration (en fonction de la perméabilité du sous-sol) dans le bassin même. Dans les zones urbanisées et à forte densité, de tels bassins devraient avoir si possible une surface assez petite, c'est-à-dire être profonds et escarpés.

La surface d'un bassin de rétention ne se limite pas uniquement à la superficie prise en compte pour le dimensionnement de l'ouvrage. En effet, les carrières de banco nécessitent une surface plus grande pour le séchage et le stockage du banco. Dans le Schéma Directeur d'Urbanisme de la ville de Zinder, sont prévus, en liaison avec les bassins de rétention, des terrains de jeux et des surfaces pour le reboisement et les jardins.

Possibilités d'utilisation des bassins permanents

Dans le cas où le fond du bassin est assez imperméable, comme dans les carrières de banco, et l'eau ne s'évapore pas trop vite, il y a de l'eau disponible longtemps ou même toute l'année. Ceci permettrait plusieurs autres utilisations après la saison des pluies, hors de la production de banco. Mais d'autre part, cela entraîne également quelques inconvénients.

Le principal inconvénient des bassins de rétention permanents est bien sûr le danger hygiénique par le contact avec l'eau sale et par la transmission des maladies, en particulier la malaria, par les moustiques qui y pondent leurs larves. Cette situation n'est pas nouvelle pour la population sahélienne. De nombreuses villes du Sahel sont situées près d'eaux stagnantes, au Niger, par exemple, les villes de Madarounfa et Mirrhia ; de même, à Zinder, il y a des mares en pleine ville. En comparaison avec les dangers hygiéniques provoqués par la submersion des latrines et les caniveaux remplis d'eaux usées ou de cadavres d'animaux, un bassin de rétention bien aménagé, en-dehors de la zone d'habitat, apparaît donc comme le moindre inconvénient.

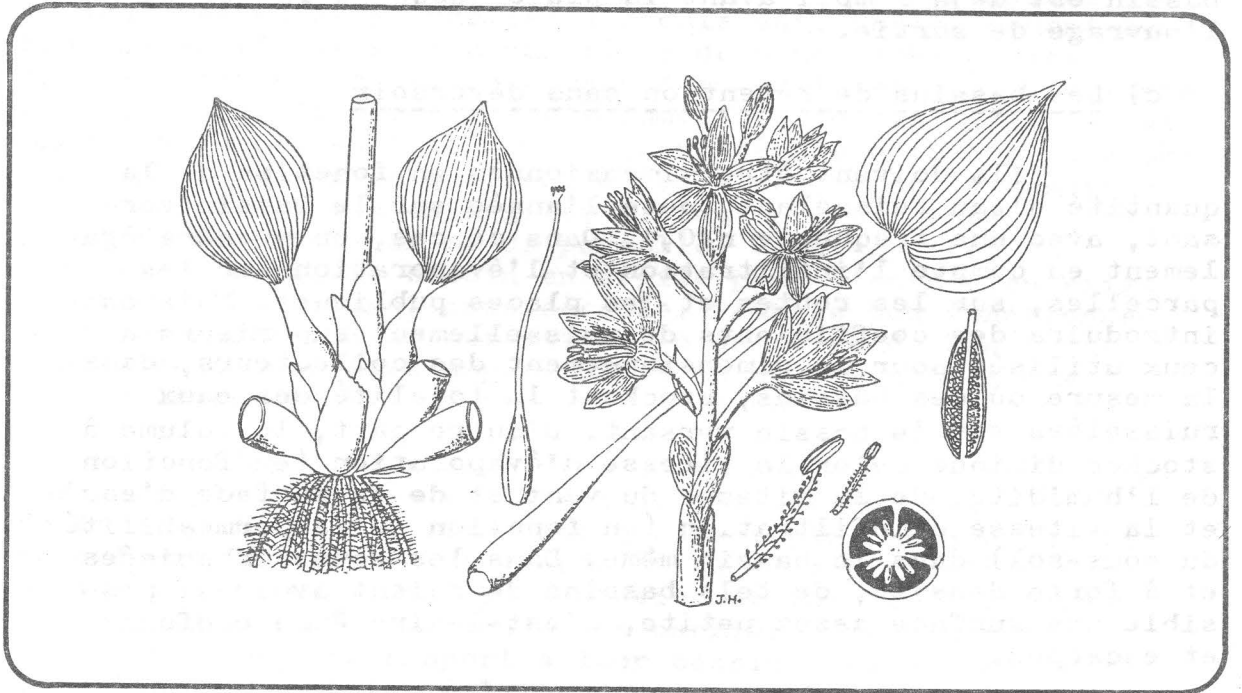


FIGURE 4: Jacinthe aquatique (*Eichhornia crassipes*)

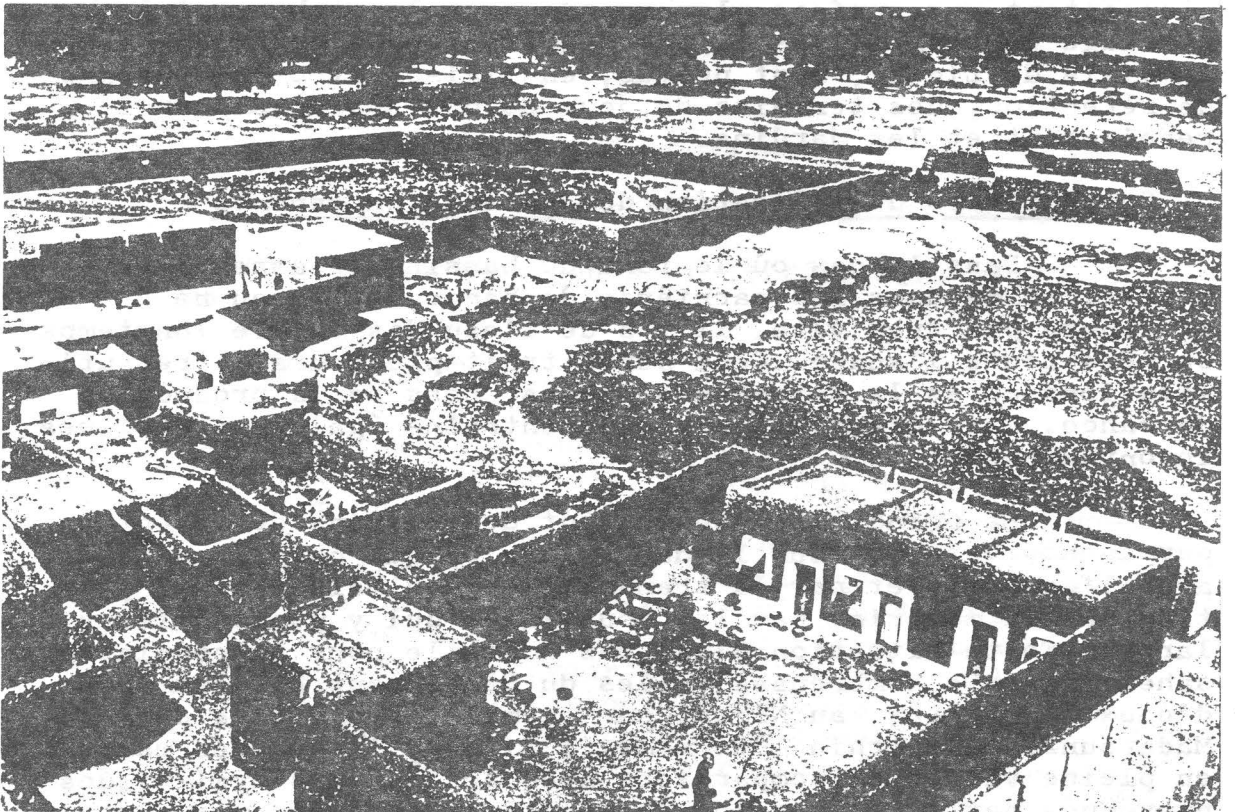


FIGURE 5: Ancienne carrière de banco à Katsina recouverte de jacinthes aquatiques

Dans un bassin bien aménagé, des algues ou d'autres plantes aquatiques purifient l'eau polluée à un degré tel qu'elle pourrait être utilisée pour la construction des bâtiments, l'arrosage des plantes, l'abreuvement et même le blanchissage.

Une plante aquatique particulièrement capable d'aérer et purifier les eaux usées est la jacinthe aquatique (voir figure 4). En Afrique, elle a acquis une renommée problématique par sa propagation énorme sur le Nil Soudanais et le Congo, où elle est devenue un véritable obstacle pour la navigation et la pêche. La jacinthe aquatique s'est également établie dans la zone sahélienne. On la trouve, par exemple, à Zinder dans la mare centrale près du Petit Marché et dans la grande mare de Garin Malam. Ici les gens font le linge et arrosent les jardins avoisinants. D'autres exemples de bassins permanents recouverts de jacinthes aquatiques se trouvent à Katsina, de l'autre côté de la frontière au Nigéria, dans le fossé le long de la vieille enceinte et dans une ancienne carrière de banco, entourée entretemps de constructions. Dans ce bassin, elle contribue au traitement des eaux usées d'une école publique (voir figure 5).

Dans ces eaux stagnantes, les jacinthes aquatiques sont en parfait équilibre écologique. Leur croissance est déterminée par l'apport de matières nutritives, leur extension est limitée par la superficie de la mare. En période sèche, les plantes doivent se retirer sur une surface d'eau plus petite. Au fur et à mesure qu'elles gagnent les bords du bassin et deviennent accessibles, elles servent de nourriture pour les chèvres.

Vu leur capacité de propagation et de purification des eaux usées, on doit donc réfléchir comment on pourrait utiliser cette plante aquatique dans le cadre de l'assainissement urbain dans la zone sahélienne.

Par une exploitation systématique, on pourrait en récolter jusqu'à 20 t à l'hectare par jour, ce qui correspond à un poids sec de 1 t. Des feuilles fraîches pourraient être données aux chèvres ; séchées et briquetées, elles constitueront un très bon combustible remplaçant le bois ; broyées et mélangées à la terre, elles serviront d'engrais. Des études dans un projet-pilote de la GTZ au Soudan ont été prometteuses dans ce domaine.

Malgré toutes ces possibilités avantageuses, il faut donc noter les dangers hygiéniques qui résultent des bassins recouverts de jacinthes aquatiques : ils sont des foyers de moustiques et peut-être également l'habitat du limaçon qui propage la bilharziose. De toute façon, il faudrait mettre des poissons dans ces bassins pour lutter contre les deux, les larves des moustiques et les limaçons. Du fait que la jacinthe aquatique existe déjà dans des bassins permanents au Sahel, il serait donc souhaitable d'étudier ce système biologique assez complexe sur place et en détail.

2. Un système de bassins de rétention pour la ville de Zinder

Dans le cadre du Schéma Directeur d'Urbanisme de la ville de Zinder, nous avons projeté et calculé approximativement un système de bassins de rétention. Au début des années 60, la ville de Zinder avait moins de 20.000 habitants. De nos jours, elle en compte environ 80.000 et, d'ici la fin du siècle, elle devrait atteindre 200.000 habitants. La ville est située sur un sommet (voir figure 6) et s'étend de façon plus ou moins concentrique, de telle manière que l'eau de pluie qui ruisselle des vieux quartiers vers les nouveaux, voit son temps d'écoulement s'allonger sensiblement. L'écoulement est particulièrement long dans les zones d'expansion vers le nord et le nord-ouest. L'écoulement naturel se fait derrière les collines à l'est en direction sud-est. A l'ouest, il y a des dépressions qui ne peuvent pas être urbanisées. Dans la zone urbaine actuelle et au bord de cette zone, se trouvent de nombreuses carrières de banco encore exploitées en partie. Elles sont remplies d'eau même en saison sèche, comme par exemple la mare centrale près du Petit Marché, au nord les mares de Garin Malam, Zengou et Ja-Guindi, au sud la mare située entre Birni et le cimetière, et d'autres carrières qui ont servi, au siècle dernier, à la construction de la fameuse enceinte de Birni dont il ne reste aujourd'hui que quelques ruines.

L'eau s'écoule à travers des canaux en béton à ciel ouvert dans ces carrières de banco. Dans les mares de Ja-Guindi et Garin Malam, le débit s'élève à 10 m³/s. La mare de Ja-Guindi est trop petite, ce qui a causé de gros dommages dans le nouveau quartier. Une extension de cette mare n'est presque pas possible, car elle est entourée de quartiers et par la RN 11 en direction de Tanout. On pourrait tout au plus envisager de l'approfondir.

Pour le futur assainissement, nous avons proposé un système de bassins de rétention (voir figure 7) pour freiner le long écoulement de l'eau autour des collines à l'est : le plus grand des bassins au nord est lié avec la principale carrière de banco, juste avant que l'eau traverse la RN 11. Un deuxième grand bassin, situé plus à l'est, à la limite de la zone d'expansion, freinera l'ensemble des courants venant du nord, des deux côtés de la RN 11.

Au sud également, les chemins d'écoulement sont longs. Entre temps il a été construit un canal de la taille d'un homme, à partir de la mare à l'est de Birni, pour évacuer cette dépression. Le ralentissement des eaux accumulées à l'est des collines demande d'autres bassins.

Malgré ces mesures, le débit d'écoulement s'élève à environ 40 m³/s à la sortie du canal en terre.

Ces estimations sont évidemment données à titre indicatif. En effet, l'essentiel est d'avoir un ordre de grandeur pour une planification aussi étendue. Les lieux

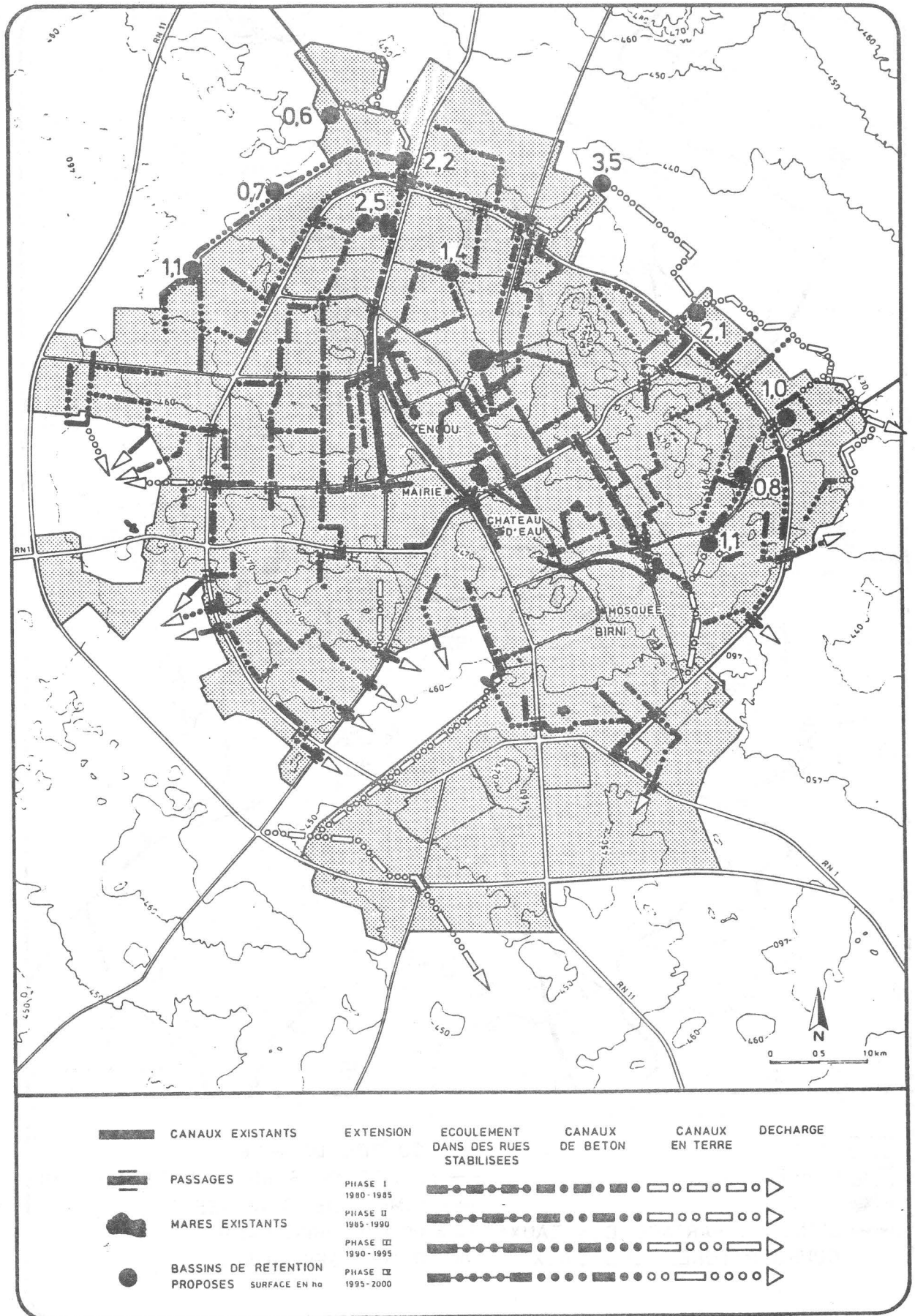


FIGURE 7: Zinder 2000: systèmes des canaux et bassins de rétention des eaux de pluie.

des bassins de rétention et le tracé des principaux canaux doivent être déterminés assez tôt, en vue de les fixer sur le plan d'occupation des sols. Sinon les espaces nécessaires pour l'évacuation des eaux pluviales seront occupés par des bâtiments, et, plus tard, devraient être débarrassés ou même seraient démolis par l'écoulement et l'accumulation des eaux de pluie. Ceci est particulièrement significatif pour des villes à forte croissance.

SYSTEMES ALTERNATIFS DE DRAINAGE DES EAUX DE RUISSELLEMENT

par Mamoudou MAIKIBI

1. But de l'étude

A Tahoua, dans le cadre de la coopération technique nigéro-allemande, un projet pilote de drainage des eaux de ruissellement a été exécuté entre 1979 et 1984.

Au cours de ce projet deux grands axes de la ville qui auparavant étaient les principales voies naturelles d'écoulement des eaux pluviales et par conséquent fortement érodés, ont été pavés. Le résultat escompté en appliquant cette technique de rues pavées avec bordures appelées rues drainantes, était le suivant :

- assurer un drainage satisfaisant des eaux pluviales ;
- lutter contre l'érosion des sols ;
- améliorer la voirie urbaine.

Ce rapport est un résumé d'une étude (*) élaborée à l'Institut d'Urbanisme de l'Université de Karlsruhe dont le but était de faire une comparaison de cette technique avec celle jusqu'alors appliquée, à savoir les collecteurs en béton, en les appliquant à un nouveau quartier de la ville où aucun système de drainage des eaux pluviales n'est encore prévu.

2. La zone du projet

La zone concernée par l'étude est un nouveau quartier de la ville de Tahoua, ville située à 500 km au nord-est de la capitale avec une population estimée à 44.000 habitants et une pluviométrie moyenne annuelle ne dépassant pas 400 mm.

2.1. Topographie de la zone du projet

(voir rapport HEBERLING)

2.2. Composition du sol

Dans la quasi totalité de la zone du projet le sol est constitué de couches d'argile et/ou de latérite, recouvertes d'une épaisse couche rougeâtre de sable fin. A certains endroits affleurent des roches sédimentaires.

(*) L'étude complète voir G. SCHULZ-EHLBECK et M. MAIKIBI (1985) : Etude comparative de deux systèmes alternatifs de drainage des eaux pluviales appliqués à un nouveau quartier de la ville de Tahoua, République du Niger. Institut für Städtebau und Landesplanung, Universität Karlsruhe.

La vitesse d'infiltration du sol varie entre 0,0001 et 0,0004 m/s. L'érosion se remarque aux endroits où la pente est supérieure à 3 %. Aux endroits où la pente devient très faible ou nulle se forme une carapace à travers laquelle l'eau s'infiltré très difficilement provoquant ainsi une formation temporaire de flaques d'eau. La nappe phréatique se trouve à une profondeur moyenne de 15 m.

2.3. Plan d'occupation du sol et mise en valeur

(voir rapport HEBERLING)

2.4. Problèmes existants

(voir rapport HEBERLING)

Les problèmes existant dans la zone du projet sont en grande partie liés au manque d'aménagement préalable des parcelles avant distribution et au non respect de la configuration du terrain lors du tracé des rues. Les problèmes sont remarquables surtout au niveau du Lycée d'Etat, des 20 logements des cadres et de l'ilot 348. (voir figure 9 rapport HEBERLING).

3. Les différentes techniques de drainage des eaux pluviales

Pour le drainage des eaux de ruissellement dans les zones urbanisées, on peut utiliser les techniques suivantes :

- a) Les rues non stabilisées
- b) Les rues stabilisées
- c) Les caniveaux à ciel ouvert ou recouverts de dalles ou de grilles
- c) Les canaux en terre.

a) Les rues non stabilisées

Dans les zones d'habitat dense dit traditionnel, où la pente du terrain est très faible ($i = 0,03$), les rues en terre bien profilées peuvent servir à évacuer les eaux de pluie jusqu'aux collecteurs secondaires ou même principaux, car après quelques années d'existence, elles se trouvent consolidées par le phénomène suivant : les matériaux de construction utilisés (ici de l'argile) attaqués par les pluies sont entraînés et déposés sur la voirie et finissent par constituer une véritable carapace. Cette solution, si elle est envisageable, parait intéressante, car elle éviterait la mise en place de collecteurs tertiaires, voire secondaires.

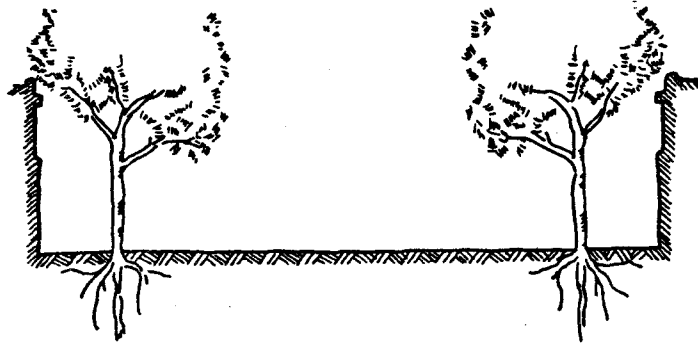


FIGURE 1: Situation fréquente

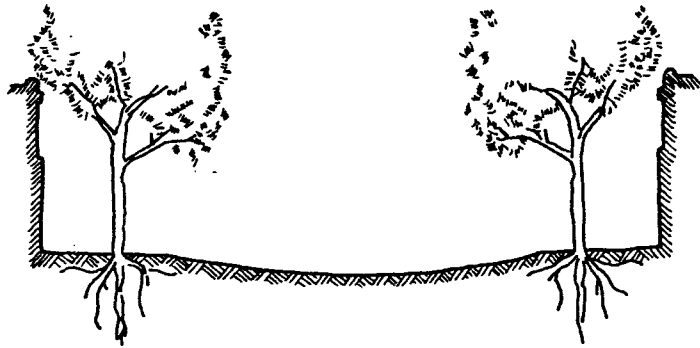


FIGURE 2: Solution proposée

b) Les rues stabilisées

1. Les rues en latérite

Elles doivent être conçues dans les mêmes conditions que les rues en terre dans les endroits où l'excès de sable peut au départ gêner le trafic.

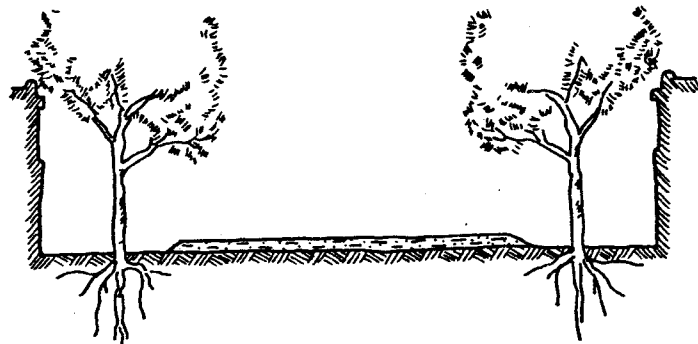


FIGURE 3: Situation fréquente

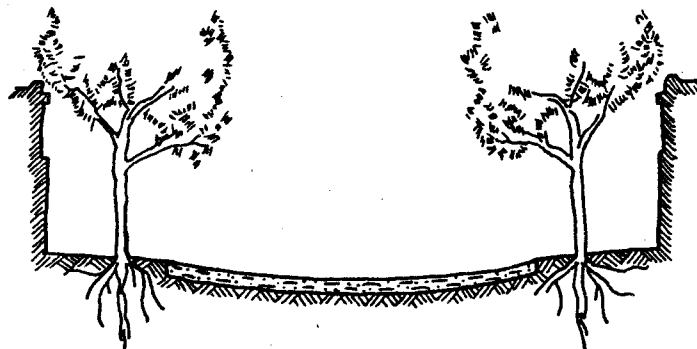


FIGURE 4: Solution proposée

2. Les rues asphaltées

Les rues asphaltées, avec des bordures, peuvent servir de collecteurs d'eaux pluviales dans les zones où la pente du terrain est relativement élevée (entre 0,5 et 6 %) dans le cas où les grands axes de la voirie se confondent avec les voies d'écoulement naturel des eaux d'une quantité peu importante. Cette technique apporte une solution à l'érosion du sol tout en assurant un trafic beaucoup plus dense. Il est à noter que la lame d'eau qui se forme au-dessus de la chaussée ne doit à aucun moment entraver la circulation.

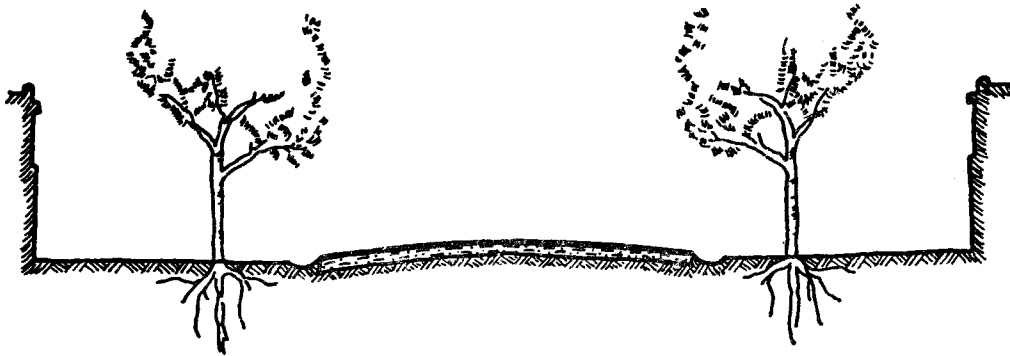


FIGURE 5: Situation fréquente

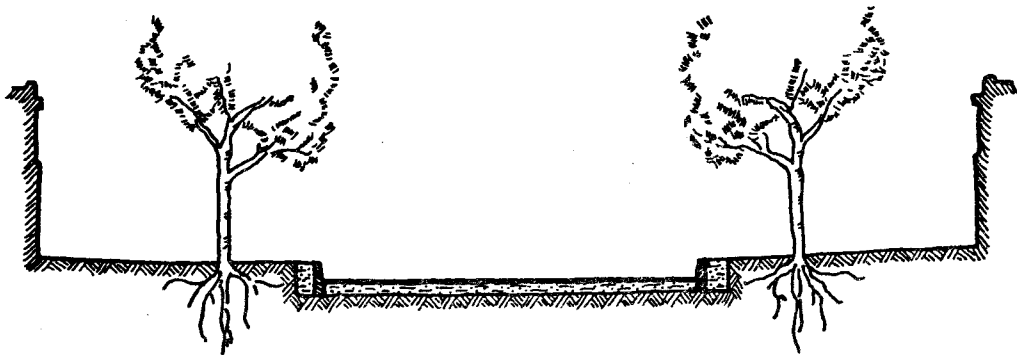


FIGURE 6: Solution proposée

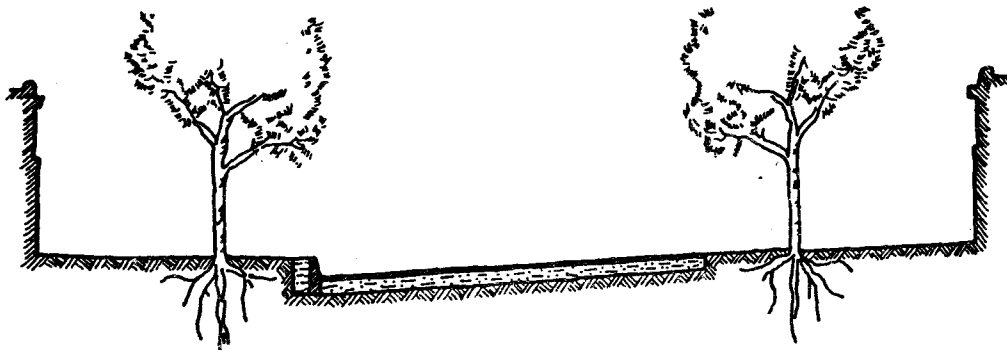


FIGURE 7: Solution proposée

3. Les rues pavées

La technique des rues pavées avec bordures, appliquée tout récemment à Tahoua, semble très intéressante après 3 saisons de pluies. En effet, les rues, tout en gardant leur rôle de voirie urbaine, permettent également un drainage satisfaisant des eaux de ruissellement sans pour autant provoquer une quelconque érosion de tout un bassin versant jusqu'à un exutoire naturel. Elles ont été conçues dans les axes de la voirie qui se confondent avec les voies d'écoulement naturel des eaux de pluies. Contrairement aux rues bitumées elles ont l'avantage de conserver en partie l'infiltration du sol (les joints sont constitués par du sable fin).

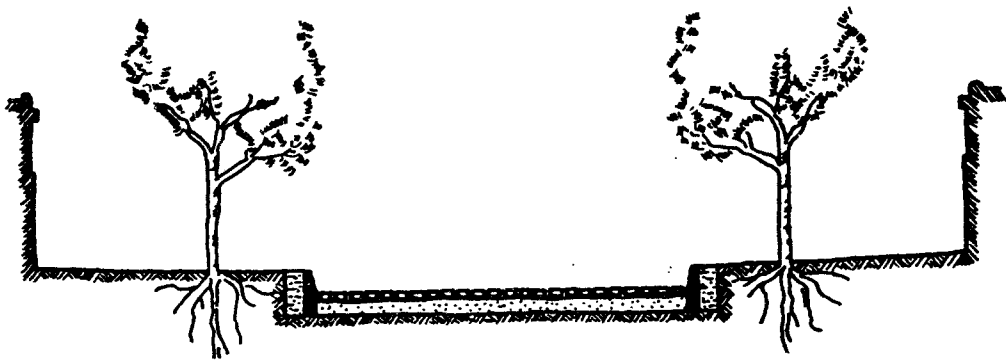


FIGURE 8: Exemple de rue pavée drainante

c) Les caniveaux

Les caniveaux qui peuvent être en béton ou en maçonnerie servent généralement de collecteurs tertiaires ou secondaires. Cette technique est jusqu'alors la plus appliquée en Afrique pour des raisons pratiques. Les caniveaux sont le plus souvent à ciel-ouvert, mais peuvent être aussi recouverts de dallettes ou de grilles.

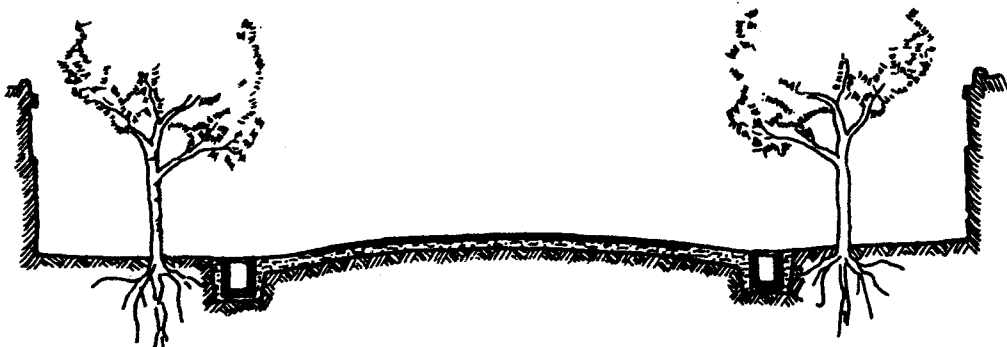


FIGURE 9: Exemple de caniveaux à grilles

d) Les canaux en terre

Les canaux en terre sont surtout utilisés comme exutoires ou comme collecteurs de ceinture d'une zone urbanisée afin de la protéger contre les eaux en provenance des bassins versants extérieurs. Ils peuvent remplacer parfois les exutoires très coûteux en béton, en maçonnerie ou en gabions.

4. Les éléments de calcul

4.1. Estimation des pluies et détermination des débits de pointe

Pour fixer la pluie qui provoquerait l'apport maximal de ruissellement en provenance d'un bassin versant donné, nous avons utilisé la formule de REINHOLD.

$$\frac{i(t,n)}{i(15,1)} = \frac{38}{t+9} \times \left(\frac{1}{\sqrt[4]{n}} - 0,369 \right) \quad \text{en prenant le temps } t(\text{min}) \text{ égal au temps de concentration du dit bassin.}$$

Pour le calcul des débits de pointe Q_p nous avons utilisé la formule rationnelle :

$$Q_p(\text{m}^3/\text{s}) = c \times A \times i(t_c, n)$$

avec c : coefficient de ruissellement
 A : superficie en hectares
 $i(t_c, n)$: intensité moyenne de la pluie d'une durée égale au temps de concentration t_c du bassin versant considéré pour une fréquence n .

Ainsi pour un temps de concentration $t_c = 15$ minutes avec une fréquence biennale ($n = 0,5$) on obtient une intensité moyenne égale à 50 mm/h.

Pour déterminer les valeurs de c nous avons adopté les valeurs comprises entre 45 et 80 %, sauf pour les parties très sablonneuses non pentues et qui ne seront pas construites, pour lesquelles nous proposons une valeur de 0,05.

4.2. Dimensionnement des ouvrages de drainage

Pour le dimensionnement des ouvrages de drainage nous avons considéré la formule de GAUKLER-MANNING STRICKLER avec un coefficient de rugosité K_{St} égal à 70.

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = S \times K_{St} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad S : \text{section mouillée}$$

K_{St} : coefficient de rugosité P : périmètre mouillé

$R = \frac{S}{P}$: rayon hydraulique I : pente hydraulique

4.3. Domaine d'application

Chacun des deux systèmes doit non seulement assurer un drainage satisfaisant des eaux de ruissellement afin d'éviter des inondations susceptibles de causer des dégâts, mais aussi assurer une bonne protection de la voirie urbaine contre le phénomène d'érosion des sols. Pour cela ils doivent être conçus dans les rues où une forte érosion a été constatée (les rues dans lesquelles des trous de 0,5 à 1 m de large et 0,2 à 0,3 m de profondeur causés par l'érosion, ont une pente supérieure à 3 %). Aussi nous avons prévu des ouvrages de drainage pour les deux variantes uniquement dans les rues où la pente du terrain est supérieure à 3 % et où le débit d'écoulement serait supérieur à 0,75 m³/s correspondant à une lame d'eau de h = 10 cm et une vitesse V = 1,5 m/s. Pour protéger les ouvrages contre le même phénomène d'érosion, la vitesse moyenne d'écoulement dans une section quelconque ne doit pas être supérieure à 4 m/s.

5. Description des deux systèmes

5.1. La variante 1

La variante 1 est un réseau maillé composé essentiellement de :

- 4900 m.l de rues pavées avec 11.342 m.l de bordures jouant le rôle de collecteurs secondaires et principaux ;
- 1516 m.l de rues en latérite jouant le rôle de collecteurs tertiaires ;
- un canal en terre servant d'exutoire ;
- des rues en terre bien profilées.

5.2. La variante 2

La variante 2 est un réseau maillé de 4866 m.l de canaux rectangulaires en béton armé de section moyenne de 0,532 m² à ciel-ouvert (les traversées des rues et les entrées de concession seront recouvertes de dalles), complété par 2850 m.l de rues bitumées de 6 m de large et 2650 m.l de rues en latérite de 6,5 m de large.

5.3. Estimations des coûts

Variante 1

Désignation	Unité	Quantité	F.CFA Prix unitaire	F.CFA Prix partiel
- déblais terrain normal	m3	34 800	1 476	51 364 800
- terrain dur	m3	8 700	3 268	28 431 600
- bordures	m.1	11 910	3 672	43 733 520
- pavés	m2	35 250	3 925	138 356 250
- latérite	m3	9 610	5 087	48 886 010
		<u>Total :</u>	310 772 180 F.CFA	

Variante 2

Désignation	Unité	Quantité	F.CFA Prix unitaire	F.CFA Prix partiel
- déblais	m3	1 720	1 476	2 538 720
- latérite	m3	3 705	2 300	8 521 500
- compactage et finition	m2	17 100	1 950	33 345 000
- collecteurs en B.A.	m3	2 740	241 234	660 981 160
- déblais en terrain dur	m3	2 000	3 268	6 536 000
		<u>Total :</u>	711 922 380 F.CFA	

6. Comparaison des deux systèmes

La comparaison des deux variantes, basée sur des critères économiques, techniques et sociaux doit être perçue dans un cadre spécifique et limité. En effet cette comparaison est seulement valable dans la mesure où la configuration du terrain de la zone du projet et le débit de pointe des eaux de ruissellement permettent la mise en application de deux variantes. Il est à noter que, dans un programme global d'assainissement des eaux pluviales, les deux variantes peuvent être combinées pour former un seul système de collecte et de drainage des eaux : les rues pavées recevant uniquement les eaux pluviales joueront le rôle de collecteurs tertiaires ou secondaires et les canaux en béton qui peuvent aussi recueillir certaines eaux usées, joueront le rôle de collecteurs principaux, leur raccordement se fera par l'intermédiaire de caniveaux à grilles ou d'autres ouvrages tampons.

6.1. La variante 1

A/ Les avantages

a) Le coût des travaux

Le coût global des travaux de la variante 1 s'élève à la somme de 310.772.180 F.CFA soit un coût spécifique de 49.000 F.CFA par personne (6.360 personnes au total) ou 2.500.000 F.CFA par hectare (123,59 ha au total). Ce montant, comparé au budget d'une commune nigérienne, représente un investissement considérable, mais dans le cadre d'un programme d'assainissement global qui, jusqu'alors, est toujours financé par l'Etat, ce coût d'investissement serait beaucoup moindre dans la mesure où la machine à pavés qui représente une grosse part, peut être utilisée dans un cadre régional ou même national (une machine à grande capacité peut desservir à la fois plusieurs villes ou être transférée d'une ville à une autre), ce qui permet de minimiser son amortissement. Cette solution est envisageable dans la mesure où le domaine d'utilisation des pavés est large et varié (aménagement de certains lieux publics, tels que marchés, terrains de sport, places des bornes fontaines, devantures des édifices publics, etc...). A Tahoua par exemple, un terrain de basket-ball a été entièrement aménagé avec des pavés cassés, à Niamey on envisage le pavage complet de la place du grand marché. Cela montre que dans l'utilisation des pavés, rien ne se perd, tout se récupère.

b) Exécution des travaux

L'exécution des travaux de la variante 1 n'exige aucun personnel spécialisé, ni de gros engins, n'importe quelle commune est en mesure de les réaliser.

c) Travaux d'entretien

Les seuls travaux d'entretien sont le remplacement des pavés cassés ou des réajustements et le désensablement, s'il y a lieu, après chaque saison de pluies. Ces travaux qui ne demandent pas de personnel spécialisé, ni de machines ou de technologie appropriée, peuvent être assurés par toutes les communes nigériennes.

d) Création d'emplois

L'exécution des travaux de la variante 1 dans les meilleurs délais exige une main d'oeuvre à haute intensité, par conséquent qu'elle soit faite en régie par la commune ou par travaux communautaires, elle entraîne la création de nouveaux emplois.

e) Utilisation des matériaux de construction

Tous les matériaux de construction sont produits sur place, cela signifie que la variante 1 à grande échelle crée non seulement des emplois, mais augmente également la production nationale.

f) Amélioration de la voirie urbaine et intégration à l'urbanisme.

Les rues pavées entraînent une nette amélioration de la voirie urbaine tout en assurant un drainage suffisant qui satisfait les conditions d'hygiène et de sécurité. Contrairement aux caniveaux à ciel ouvert, elles sont attrayantes et les populations hésitent à y verser leurs ordures et eaux usées. Il faut signaler d'autre part que les rues pavées drainantes peuvent être associées aux canaux en terre ou en béton qui constitueraient alors les collecteurs principaux, les trop-pleins ou les exutoires, par raccordement direct (par caniveaux à grilles par exemple) ou en drainant les eaux dans des zones tampons (zones inondables, dépressions, mares, bassins de rétention, etc...) à partir desquelles partiraient des ouvrages beaucoup moins importants.

B/ Les inconvénients

Le grand inconvénient des rues pavées drainantes réside surtout dans le fait que leur application est très limitée et est fonction du relief du terrain (aucune adaptation verticale n'est possible) et du débit des eaux (un débit de pointe important demande une section très large ou une profondeur importante non tolérable pour la voirie urbaine). En plus il faut noter que ces rues ne supportent pas un trafic dense et permanent. D'autre part comme leur exécution ne nécessite pas de gros engins et se fait de façon artisanale, le délai est relativement long.

6.2. La variante 2

A/ Les avantages

a) Adaptation verticale au relief du terrain

Les canaux en béton, du fait qu'ils peuvent être à ciel ouvert ou enterrés (avec aménagement de chutes, de cascades, ...) s'adaptent mieux au relief du terrain.

b) Solution provisoire à une catégorie des eaux usées

Les collecteurs en béton (surtout avec cuvette) peuvent servir à évacuer une partie des eaux usées domestiques des populations riveraines.

c) Evacuation de débits de pointe importants

Les collecteurs en béton accompagnés d'un bon aménagement de la voirie urbaine permettent d'évacuer très rapidement des débits très importants loin des zones d'habitat, évitant ainsi les nuisances et les dégâts matériels.

d) Intégration à l'urbanisme

Les collecteurs en béton, au cas où ils sont enterrés, permettent d'économiser des superficies pouvant être utilisées à d'autres fins.

e) Création de nouveaux emplois

Les travaux de la variante 2 (collecteurs + rues stabilisées) demandent un investissement important qui pourrait faire travailler les petites, moyennes et grandes entreprises nationales et internationales, d'où la création de nouveaux emplois.

f) Délai d'exécution des travaux

L'exécution de travaux de la variante 2, puisqu'elle nécessite un personnel qualifié et de gros engins, peut être bien planifiée et se réaliser dans un délai relativement plus court.

B/ Les inconvénients

a) Coût des travaux

Le coût global des travaux de la variante 2 est estimé à 711.922.380 F.CFA soit un coût spécifique de 112.000 F.CFA par habitant ou 5.800.000 F.CFA par hectare. Ce montant ne tient pas compte des coûts supplémentaires qu'entraînent très souvent la démolition de certaines infrastructures existantes (rues bitumées, réseaux d'eau et d'électricité) et les expropriations dans les zones où l'habitat n'est pas encore planifié.

b) Coût de fonctionnement et d'entretien

Pour assurer un bon fonctionnement d'un réseau de collecteurs il faut prévoir des travaux d'entretien tout le long de l'année sur l'ensemble du réseau afin d'éviter toute obstruction qui pourrait entraîner des inondations et des conséquences graves pour le dispositif lui-même. L'entretien d'un réseau de collecteurs surtout enterrés demande un personnel spécialisé et un matériel sophistiqué (camions cureurs par exemple) voire même toute une technologie. D'autre part le fait que les populations considèrent les collecteurs à ciel ouvert comme des dépotoirs et que la longue période sèche provoque un tassement des déchets, entraîne un entretien difficile et coûteux.

c) Incompréhension par les populations

Les collecteurs en béton à ciel ouvert contrastent avec l'habitat dit traditionnel et, du fait que leur rôle de drainage des eaux pluviales n'est pas appréhendé par la population, celle-ci voit en eux un moyen facile pour se débarrasser des eaux usées et des ordures. Ainsi ces collecteurs se transforment en une véritable source de nuisance

qui aggrave les conditions sanitaires en favorisant le développement des larves, insectes et rongeurs parasites. Enfin, il faut noter que les casses et expropriations qu'engendre souvent l'installation d'un réseau de collecteurs en béton, et le fait que ce réseau peut par la suite devenir un véritable danger public, s'il est à ciel ouvert, font que les populations deviennent réticentes à de tels investissements aussi importants.

d) Utilisation importante de matériaux importés

La mise en place d'un réseau de collecteurs en béton qui en plus pour être efficace, demande un aménagement parallèle de la voirie (stabilisation des rues), entraîne une utilisation importante des matériaux et matériel importés, aussi bien pendant l'exécution des travaux qu'au cours de leur fonctionnement (gros engins de terrassement, matériel d'entretien, tels que camions cureurs, carburant, acier, bitume, etc...), ce qui ne ferait qu'accentuer le déficit de la balance commerciale.

7. Conclusion

Tableau récapitulatif

<u>Rues pavées drainantes</u>	<u>Collecteurs en béton</u>
+ coût d'investissement réduit	+ domaine d'application beaucoup plus large
+ coût de fonctionnement et d'entretien réduit, voire nul	+ solution provisoire au problème d'évacuation des eaux usées domestiques
+ exécution très facile des travaux	+ délai d'exécution des travaux court
+ possibilité de diminuer le débit de pointe	+ création d'emplois
+ drainage sûr et suffisant	- coût d'investissement élevé
+ intégration à l'urbanisme	- conception non maîtrisée
+ amélioration de la voirie	- exécution des travaux très difficile
+ acceptation totale par la population	- non intégration à l'urbanisme et refus par la population
+ aspect évolutif	- favorise le développement des maladies hydriques et de leurs vecteurs
+ création d'emploi et augmentation de la production nationale	- forte utilisation de matériaux et matériel importés
- domaine d'application limité	
- délai d'exécution relativement long	
+ avantage	
- inconvénient	

En se référant à ce tableau, on est tout de suite tenté d'affirmer que la variante 1 est de loin la plus avantageuse hormis son domaine d'application très limité, néanmoins force est de constater que la variante 1 (310.772.180 F.CFA) comme la variante 2 (711.922.380 F.CFA), demandent

un investissement qui, en l'état actuel des choses, dépasse largement les moyens financiers d'une petite commune comme celle de Tahoua.

Mais nous pensons que dans un cadre d'assainissement global, où très souvent l'aspect financier apparaît comme l'élément essentiel de la décision, l'exécution de la variante 1, si elle est envisageable dans les zones périphériques, entraînerait une réduction sensible du coût d'investissement et d'exploitation du réseau, dans la mesure où cela permettrait d'éviter l'installation sur de longues distances des collecteurs tertiaires et secondaires accompagnée d'un aménagement parallèle obligatoire de la voirie urbaine.

TANGHIN - BARRAGE

Quartier Spontané de Ouagadougou (*)

Enquête socioéconomique

---o---

Réservoirs de main-d'oeuvre, quartiers dortoirs dans la mesure où les activités journalières se passent soit en ville, soit dans les campagnes environnantes, les quartiers spontanés qui absorbent aujourd'hui l'essentiel de la croissance urbaine à Ouagadougou (**) - plus de la moitié de la population citadine y habite en 1985 - ne coûtent pas cher à la communauté car leur statut illégal les privent de certains équipements collectifs (Eau, Electricité, ...) normalement à la charge de la municipalité.

A Tanghin, quartier spontané installé sur la rive Nord du barrage n° 2 à 3-4 km au Nord du Centre ville de Ouagadougou, nous avons organisé, avec l'aide d'étudiants en Licence de Sociologie, une enquête afin de mieux préciser les conditions de vie et les représentations des habitants d'un quartier destiné à être rasé, le lotissement étant en effet prévu pour cette année.

L'unité de base de notre étude n'a pas été le ménage mais la concession qui regroupe souvent plusieurs couples appartenant à la même famille. Notre recherche a duré 2 années de 1983 à 1985 en collaboration avec des géographes, des techniciens de l'assainissement et des architectes.

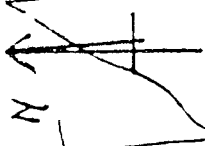
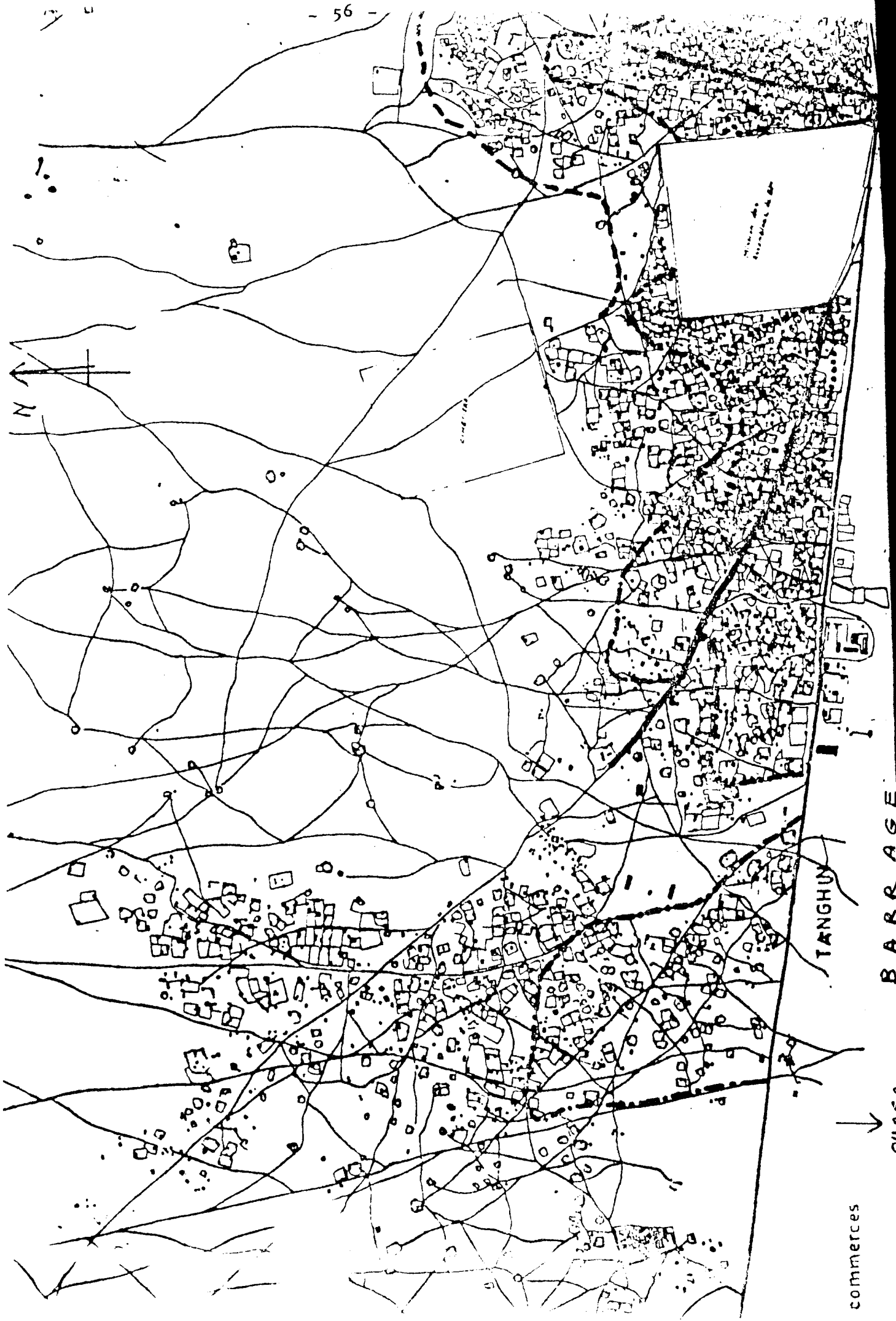
I. LES CONDITIONS DE VIE A TANGHIN

Tanghin est un quartier essentiellement rural. Situé aux limites de la ville, il vit en symbiose avec la campagne environnante. Certains de ses habitants s'adonnent au maraîchage près du barrage, d'autres pratiquent un petit élevage domestique (poules, moutons, cochons, etc...). L'aspect extérieur de la plupart des concessions rappelle l'architecture traditionnelle du plateau Mossi - cases rondes reliées entre elles par un mur en banco délimitant une cour au centre.

La modernité s'introduit dans les concessions avec la présence de constructions de forme rectangulaire, recouvertes de toits en tôle, intercalées entre les cases traditionnelles.

(*) par Jean-Luc CAMILLERI, Assistant à l'Université de Ouagadougou 1982-1985.

(**) Le dernier recensement date de 1975. La population de Ouagadougou est évaluée à 300 000 habitants en 1985 - d'après une croissance annuelle de 9 à 10 % - et celle du quartier de Tanghin à 15 000 habitants.



TANGHIN

BARRAGE



commerces

QUASA

Malgré des conditions de vie précaires, la plupart des habitants y trouvent la vie agréable. Cela tient peut-être à la proximité du barrage qui procure certaines facilités (pêche, blanchisserie, eau non potable que les pauvres boivent) et qui donne un air d'oasis à cet endroit,...

"En ville, on peut s'instruire, se soigner, s'informer, tenter des affaires, gagner de l'argent. On y mange mieux et en cas de famine, on bénéficie plus facilement de l'aide de l'Etat. On peut parler, ouvrir son esprit à d'autres horizons, rencontrer d'autres ethnies, échapper à la routine du village et au conservatisme des vieux, ...".

I.1. La concession et ses habitants

TABLEAU STATISTIQUE
(D'après un sondage que nous avons effectué dans 50 concessions)

ETHNIE.....	85 % des concessions Mossi
RELIGION.....	64 % Chrétiens 36 % Musulmans
POLYGAMIE.....	1,3 femmes/Chef de concession
INSTRUCTION.....	28 % Chefs de concession alphabétisés 74 % des enfants chrétiens scolarisés 35 % des enfants musulmans scolarisés
TAILLE FAMILLE.....	9,75 personnes (en moyenne)
ACTIFS (13 à 55 ans)	54,6 %
FEMMES.....	44 %
ACTIFS ALPHABETISES.	34 %
MIL/Semaine.....	23 kg/concession
RIZ/Semaine.....	12 kg/concession
NOMBRE REPAS/Jour...	2 ou 3
BIENS MATERIELS.....	70 % concessions ont un vélo-moteur 75 % concessions ont un vélo 90 % concessions ont une radio 38 % concessions ont une charrette.
PROPRIETAIRE DE LA CONCESSION.....	80 %
METIER DES CHEFS DE CONCESSION.....	40 % Secteur informel 23 % Cultivateurs 20 % Fonctionnaires (dont beaucoup de militaires à la retraite). 8 % Commerçants 9 % Secteur moderne.

Le quartier est dominé par les Mossis, ce qui lui donne son homogénéité et contribue peut-être à son aspect villageois différent du bric à brac caractéristique des bidonvilles.

Les chrétiens représentent près des 2/3 de la population, chiffre particulièrement élevé pour le Burkina où ils ne seraient que 15 à 20 %, les Musulmans 36 %, chiffre en accord avec la moyenne nationale (30 %) et les Animistes sont absents, fait singulier dans un pays où les

religions traditionnelles restent très prégnantes (plus de la moitié de la population au moins). L'absence des animistes peut s'expliquer par le voisinage d'une mission protestante qui aurait combattu les croyances ancestrales. L'Islam lutte de même contre l'animisme même si les marabouts intègrent des pratiques traditionnelles (comme la divination, les sacrifices d'animaux et les "charités" qu'il faut faire pour éviter un mauvais sort). Peut-être enfin que la religion traditionnelle fut cachée aux "lettrés" qu'étaient nos enquêteurs car ressentie comme trop rétrograde. Nous aimerions insister sur le Trinôme : Christianisation - Occidentalisation - Modernisation qui permet d'expliquer le haut taux de scolarisation des enfants chrétiens et de comprendre la conversion comme un moyen efficace de mobilité sociale.

Remarquons que la proportion élevée de chrétiens ne nuit pas à un taux relativement important de polygamie (1,3).

Certains parents s'opposent encore à l'éducation moderne car "les enfants délaissent les coutumes et apprennent à devenir malhonnêtes". Mais la plupart y sont favorables et veulent que leurs enfants réussissent mieux que leur père "qui ne voit pas dans le noir".

La taille moyenne de la famille habitant chaque concession (toutes générations confondues) est plus petite que dans le milieu rural mais le pourcentage d'Actifs est élevé (54,6 %) alors que dans les villages, lieu d'émigration, il est souvent inférieur à 50 %.

Le phénomène d'immigration dans ce quartier est d'autant mieux illustré par le faible pourcentage des femmes recensées (44 %).

Au niveau des ressources alimentaires, nous obtenons 35 kg Céréales/Concession/Semaine, cela fait par habitant 0,54 kg par jour et 197 kg/an, le riz, céréale importée en grande partie représentant 34 % de la consommation annuelle.

L'autosuffisance théorique étant évaluée à 180 kg/habitant/an, ce chiffre montre que les habitants de Tanghin sont suffisamment nourris. De plus l'alimentation est plus variée en ville.

Certains se plaignent néanmoins : "chez nous, ce n'est pas comme en Côte-d'Ivoire. Là bas, il y a plusieurs sortes de "manger" : ignames, bananes, maïs, poissons, ... Là bas, même si tu ne gagnes pas l'argent, tu ne peux pas en tout cas mourir de faim, ...".

Au niveau des biens matériels, notons la modernité avec le pourcentage élevé de vélo-moteurs (70 %) et de radio (90 %) et aussi la présence importante de charrettes (38 %), la plupart d'entre elles conçues exclusivement pour aller chercher de l'eau.

Enfin, le secteur informel (*) et les cultivateurs regroupent plus de 2 habitants sur 3.

I.2. Quelques aspects socio-économiques

I.2.1. L'énergie

Les deux sources d'énergie principales utilisées par les populations de Tanghin pour satisfaire leurs besoins sont le pétrole pour l'éclairage domestique, le bois pour la cuisine surtout.

a) Le pétrole

Le quartier Tanghin est dépourvu d'installation électrique parce qu'il n'est pas loti ; ce qui oblige les habitants une fois la nuit tombée à allumer des lampes tempêtes qu'ils alimentent en pétrole. La quantité de pétrole utilisée varie selon la taille de la concession, selon qu'il y ait des enfants en âge d'aller à l'école ou non, selon aussi les moyens dont dispose le chef de concession (de 1 à 10 litres par mois).

b) Le bois

Malgré les dangers que présente l'utilisation abusive de bois pour un pays sahélien comme le Burkina Faso, la principale source d'énergie pour l'ensemble de la population urbaine de Ouagadougou, en particulier le quartier de Tanghin, est le bois.

Le bois est acheté par fagots ou par charrettes. Le prix du fagot varie entre 125 et 175 F.CFA tandis que celui de la charrette se situe autour de 2.500 à 4.000 F.CFA. En majorité la consommation journalière est d'un fagot. Dans les familles les plus pauvres le bois est complété par des tiges de mil séchées que l'on ramasse dans les champs après les récoltes ou que l'on achète à bas prix sur la place du marché. Ce complément est saisonnier puisque les tiges de mil sont introuvables en saison pluvieuse.

Le bois payé par charrette peut selon l'utilisation et la taille de la famille faire un à deux mois.

Les dépenses s'élèvent entre Novembre et Février où il fait froid et où l'on chauffe l'eau pour la toilette.

Le charbon de bois est très peu utilisé à Tanghin. Rares sont les familles où le charbon est régulièrement acheté. Parfois on s'en sert pour le repassage. A cet effet on l'achète par tas de 25 ou 50 F.CFA ou on le recueille des foyers de cuisines.

(*) Schématiquement, le secteur informel (domaine de l'artisanat et du "bricolage") s'oppose au secteur moderne (symbolisé par l'efficacité scientifique).

TABLEAU STATISTIQUE CONCERNANT CERTAINS ASPECTS
DE LA VIE QUOTIDIENNE A TANGHIN
(D'après notre sondage)

Consommation de bois	3.320 F.CFA/Concession/ Mois	
Utilisation du foyer amélioré	8 % des concessions	
Consommation d'eau : Hivernage	4.400 F.CFA/Concession/ Mois.	
Saison sèche	6.500 F.CFA/Concession/ Mois (*)	
Etes-vous satisfaits de l'eau que vous buvez ?	68 % = OUI	
Seriez-vous prêts à payer 25.000 F.CFA un branchement d'eau chez vous ?	70 % = OUI	
Où jetez-vous vos ordures ?	56 % dans un lieu spécial.	
Inondations	Fréquentes	Rares
Dans la rue	28 %	22 %
Dans les concessions	18 %	8 %
Dans les cases		6 %
Seriez-vous prêts à participer à la construction de canaux de drainage ?	100 % = OUI	
Où allez-vous en cas de maladies ?	Dispensaire/Hôpital = 100 % Guérisseur aussi = 26 %	
L'eau peut-elle donner des maladies ?	100 % = OUI	
Maladies les plus fréquentes :		
Paludisme	86 %	
Diarrhée	50 %	
Choléra	40 %	
Rougeole	10 %	
Appartenez-vous à une association ?	12 % = OUI	

(*) D'après une évaluation de l'A.B.R.A.A.D., notre sondage
ayant été réalisé en fin d'Hivernage.

Quant au foyer amélioré, si toutes les familles en ont entendu parler, bien peu l'utilisent ou alors, à mauvais escient, pour faire cuire du thé, des oeufs, ...

L'introduction de cette technologie ne devrait pourtant pas être difficile avec la hausse des prix du bois et l'accélération de la désertification.

I.2.2. L'eau

La population de Ouagadougou devrait atteindre 685 000 habitants en l'an 2 000 et, dès 1986, les réserves en eau seraient insuffisantes. Déjà, aujourd'hui, l'eau est le problème le plus important à Tanghin, quartier non loti qui ne dispose par conséquent d'aucune adduction d'eau. Pour ses besoins la population dispose soit des puits, soit des barriques d'eau provenant de bornes fontaines, soit du barrage.

a) Les puits

La totalité des puits ne sont pas permanents et dès Janvier ils sont taris. De plus l'eau de ces puits, même si elle n'est pas polluée par les latrines situées à une distance d'au moins 10 mètres en aval, reste douteuse. Les puits ne sont ni couverts ni entretenus, ils ne disposent pas de margelle et les pluies y amènent souvent des détritiques. L'eau des puits se vend de 75 à 150 F.CFA la barrique.

b) Les barriques d'eau provenant des bornes fontaines

Ce sont en général des adolescents qui se chargent de les faire rouler. Ils s'approvisionnent aux bornes fontaines des quartiers voisins de Dapoya, Paspanga, Widi. La barrique varie entre 175 à 225 F.CFA mais son prix augmente en Avril - Mai avec la pénurie.

c) Le barrage

Ceux qui n'ont pas d'argent vont s'approvisionner malgré l'interdiction de la Mairie au barrage où certains font abreuver leurs bêtes, d'autres viennent laver leurs camions, etc ... Ils n'ignorent pas les dangers qu'ils courent mais ils n'ont pas le choix : "à défaut de têter sa mère, on tète sa grand-mère", disent-ils !

Il semble, d'après les enquêtes de l'ABRAAD (*), que la consommation par habitant oscille autour de 30 litres par jour, ce qui correspondrait aux besoins théoriques identifiés par les planificateurs urbains. 70 % des interviewés ont prétendu qu'ils étaient prêts à payer 25 000 F.CFA pour

(*) Association Burkinabè de Recherche Action et Auto-Formation pour le Développement. B.P. 865 - Ouagadougou.

un branchement. Nous pensons que cette réponse est suspecte quand on connaît les difficultés des familles pour payer 25 000 F.CFA et obtenir le droit de rester dans un quartier qui va être loti. D'ailleurs, si on pose la question autrement : "Quelle est la priorité pour vous ?" La réponse est massivement : la borne-fontaine.

Ces dépenses en eau grèvent considérablement le budget des "Tanghinois", certains dépensant 1/5 de leur revenu pour s'approvisionner.

I.2.3. L'assainissement

Les problèmes de l'assainissement et du drainage se posent à Tanghin avec autant d'acuité que ceux de l'eau et de l'énergie.

a) Au niveau de la concession

Rares sont les ménages qui, quotidiennement, nettoient entièrement leur concession. La plupart des habitants le font superficiellement. L'eau de vaisselle et de lessive est jetée dans la cour ou dans la rue sans se soucier des moustiques que la présence de cette eau peut amener. L'hygiène des douches et des latrines se révèle très variable.

1) Les latrines

La plupart des gens rencontrés disposent d'une latrine chez eux. Ces latrines sont souvent des fosses étanches que le chef de concession fait vider tous les ans selon la profondeur de la fosse, par des manoeuvres pour une modeste somme de 3 000 à 5 000 F.CFA. La majorité de ces latrines sont isolées des douches par un mur, mais on rencontre des cas où douches et latrines ne font qu'un.

Il semble que les risques de pollution soient faibles (puits en aval à une distance suffisante).

2) Les douches

Au niveau des douches il n'y a pas de séparation par sexe ; il y a généralement une seule douche pour tous les membres de la concession mais parfois les gens se contentent de se laver derrière leurs chambres. Dans les concessions où on se soucie quelque peu d'hygiène, l'eau des douches va dans un puits perdu ; par contre dans les autres, l'eau des douches mélangée à celle de la lessive et de la vaisselle coule dans la rue, gênant une circulation déjà difficile.

b) Au niveau du quartier

La situation n'est guère satisfaisante et il semble parfois que le quartier n'est nullement entretenu par ses habitants malgré leur désir de participer à la construction de canaux de drainage.

Pendant l'hivernage l'eau stagne au hasard, parfois pendant 3 à 4 jours et les ordures ont tendance à se disperser. Pourtant, ces dernières ne sont pas toujours jetées dans la rue. Certains les gardent dans les concessions, pour les transporter après dans leurs champs où elles servent de fumure.

Beaucoup les jettent dans un lieu spécial comme des puits inutilisables qu'on bouche ensuite, d'autres les rassemblent et les brûlent.

II. LA PERSPECTIVE DU LOTISSEMENT

II.1. Les modes d'accès à la propriété dans un quartier non loti

	Propriétaires	Locataires
	80 %	20 %
Nombre d'années de résidence	19 ans	6 ans

4 habitants sur 5 se considèrent donc chez eux à Tanghin et ce tableau montre qu'en moyenne les propriétaires ont résidé 13 ans de plus que les locataires. Ces derniers versaient dans 75 % des cas un loyer à un commerçant mais nous devons préciser qu'en 1985, les loyers ont été supprimés pour les nationaux au Burkina Faso.

"Epouse de Dieu, la terre constitue spirituellement la puissance femelle fondamentale, principe et symbole de toute fécondité. La terre est sacrée ...

A tout être vivant doit être concédé suffisamment de terres pour les besoins de sa subsistance ... personne n'est autorisé à l'accaparer au détriment d'autrui" (*).

La fonction de chef de terre correspond à celle d'un prêtre chargé de réconcilier les hommes avec les ancêtres et la terre qui les abrite, il ne peut jamais selon la tradition vendre la terre : "vendre la terre est une bâtardise". A Tanghin plus de la moitié des propriétaires ont reçu la terre selon la voie traditionnelle : ils ont été présentés par un autochtone du quartier au chef de terre auquel ils ont remis du dolo, du tabac, des noix de cola, peut-être un poulet, ... Ce dernier, après les sacrifices d'usage, leur a montré un endroit où s'installer.

(*) J.M. KOHLER "Activités agricoles et changements sociaux dans l'Ouest Mossi. - ORSTOM - 1971.

On peut hériter de sa concession. "Dès que la terre a commencé à se vendre, nos parents se sont réunis puis ils ont procédé au partage selon le droit d'aînesse : nous n'avons pas vendu une seule partie de notre terre".

En effet, l'achat de la terre n'est pas inscrit dans la coutume. Mais quand les chefs de terre ont épuisé leurs fonds et que la terre s'est faite rare dans une économie urbaine et monétaire, les habitants de Tanghin ont commencé à vendre leurs parcelles de plus en plus cher.

II.2. La perception du lotissement

Le vote massif en faveur du lotissement nous a surpris, et nous avons essayé de le comprendre en fonction de la nouvelle donnée politique au Burkina Faso, depuis le 04 Août 1983.

Cette partie de l'enquête a été menée en Décembre 1985 époque où le lotissement était déjà décidé et programmé. Quasiment tous les habitants de Tanghin avaient été informés par les CDR (*) qui ont fait un effort de sensibilisation dans le quartier. Ils se sont employés à rassurer les gens, leur promettant le retour sur place dès que les parcelles seraient équipées. Quant au prix qu'il faut payer, il est de 25 000 F.CFA au premier versement, les autres, étant échelonnés dans le temps, le coût total d'une parcelle revenant en moyenne à 85 000 F.CFA.

Il est évident qu'une opération montée après une telle préparation aussi bien psycho-sociologique qu'économique (on engage dès maintenant les habitants à épargner) a rencontré plus de succès que si elle avait été imposée brutalement sans aucune consultation. Il y a eu de nombreuses réunions et certains ont même participé à des cotisations de l'ordre de 500 F.CFA pour la pose des bornes qu'ils ont effectuée au sein de leur CDR. Il n'en reste pas moins qu'une partie de la population ne pourra jamais s'offrir le lotissement, en particulier les 18 % qui ne peuvent réunir plus de 5 000 F.CFA au premier versement et qu'on retrouve indifférents devant une éventuelle réhabilitation. "Les autorités feront ce qu'elles voudront", disent-ils.

(*) CDR : Comité de Défense de la Révolution.

TABLEAU STATISTIQUE
(D'après notre sondage)

Etes-vous favorables au lotissement ?	OUI = 100 %
Le prix vous convient-il ?	OUI = 43 % NON = 57 %
Les modalités de paiement à crédit vous semblent-elles justes ?	OUI = 58 %
Que pensez-vous de la réhabilitation ?	
Contre	57 %
Pour	25 %
Indifférent	18 %
Combien pouvez-vous donner au premier versement ?	
20-25 000 F.CFA	42 %
10-15 000 F.CFA	40 %
5 000 et moins	18 %
Quel est votre revenu mensuel ?	23 000 F.CFA
Seriez-vous prêts à payer pour un branchement d'eau chez vous 45 000 F.CFA ?	OUI = 43 %
Avantages du lotissement ? (par ordre de priorité)	1 - Eau 2 - Routes 3 - Electricité, drainage
Inconvénients du lotissement	1 - Déménagement 2 - Destruction des maisons
Matériaux de construction utilisés ?	banco et tôles = 100 %
Où habitiez-vous avant d'être à Tanghin ?	Autre quartier = 40 % Village = 32 % tjrs Tanghin 24 % Autres 4 % (Abidjan, Mali)

Seuls 43 % peuvent payer sans problème. On les retrouve (*) quasiment parmi ceux qui peuvent donner facilement un premier versement proche de 25 000 (42 %) et s'offrir un branchement d'eau de 45 000 F.CFA à domicile (43 %). La régularité de ces chiffres montre bien qu'une forte minorité à Tanghin, tout en vivant chichement, a presque atteint le stade de la petite bourgeoisie. Avec les crédits octroyés par l'Etat (ainsi que les emprunts divers), ce sont 56 % qui peuvent payer. On les retrouve parmi les 57 % qui sont farouchement contre la réhabilitation car cette dernière, selon eux, n'est qu'un pis-aller : ils veulent habiter une vraie ville, avec de l'eau, des routes, de l'électricité, des canaux de drainage, etc..."La réhabilitation c'est du provisoire". Avec le lotissement, "on est sûr d'avoir son terrain", de devenir propriétaire. Il y a eu donc ralliement d'une majorité au projet de lotissement, les partisans de la réhabilitation n'étant que 25 %.

Ne sont hors-jeu, c'est-à-dire probablement "déguerpis" faute de pouvoir payer, que 18 % des habitants de Tanghin. Les autochtones (24 % des habitants de Tanghin en sont originaires) qui sont dans cette situation l'acceptent bien sûr difficilement. "Je suis d'ici, je vis ici, je veux mourir ici" nous a-t-on dit. Parmi ceux qui ne peuvent donner au premier versement que 10 à 15 000 F.CFA certains espèrent pouvoir s'arranger avec les autorités "qui devraient ajuster les prix et les échéances en fonction des moyens de chacun".

Notre sondage sur le revenu n'a qu'une valeur indicative, beaucoup n'ayant pas répondu. Il serait de 23 000 F.CFA mais il peut s'y agréger des ressources supplémentaires (vente de dolo par les femmes, petit commerce). De toutes façons, on ne devrait pas dépasser le seuil de 28 000 F.CFA par concession, ce qui implique de sérieuses difficultés pour épargner et payer le coût total du lotissement.

Les avantages du lotissement ont paru par ordre décroissant l'adduction d'eau puis l'amélioration de la voirie. Il est vrai que ruelles et concessions s'entremêlent pour former parfois un véritable labyrinthe souvent encombré d'ordures. Seule une avenue centrale qui sert de voie commerçante a l'aspect d'une route et encore très défoncée... Ensuite, on désire l'électricité pour ne plus "regarder les lumières de l'autre côté du barrage comme un autre monde" ainsi que des canaux de drainage pour évacuer les eaux stagnantes pendant la saison des pluies. Enfin, le lotissement devrait apporter la sécurité et rendre plus difficiles les vols trop nombreux.

Les inconvénients majeurs sont par contre le déménagement et la destruction des maisons. Ces dernières ont coûté de l'argent, il a fallu payer les ouvriers qui confectionnent les briques en banco ainsi que le transport de la terre et de l'eau nécessaires. Seront-elles mieux construites

(*) En croisant les résultats.

après le lotissement ? Nous en doutons car l'argent est si rare que le moindre investissement semble démesuré. Déjà le premier versement de 25 000 F.CFA semble difficile à plus de la moitié de la population.

CONCLUSION

Les informations collectées au cours de cette recherche concernant les conditions de vie et les mentalités des habitants nous semblent crédibles.

Nos enquêteurs, en effet, ont été particulièrement motivés par l'analyse d'une situation qu'ils vivent quotidiennement.

D'autre part, la démarche pluri-disciplinaire qui a déterminé le cours de cette enquête nous a été utile : les techniciens nous ont montré des contraintes que nous ne soupçonnions guère et nous leur avons ramené des données qui leur manquaient.

Cette collaboration entre diverses disciplines devrait se généraliser. En cassant sa coquille, chacune amènerait, comme dans la construction d'un puzzle, l'élément nécessaire (et indispensable) à la compréhension globale de la réalité.

*

* * *

ANNEXE - BIBLIOGRAPHIE

Association Burkinabè de Recherche Action et Auto-Formation
pour le Développement (A.B.R.A.A.D.)

B.P. 865 - OUAGADOUGOU: :

Etude sur les besoins en eau dans les secteurs
périphériques de la ville de OUAGADOUGOU -
Septembre 1984.

Banque Mondiale : "Evaluation d'un projet de développement
urbain en Haute-Volta" 3/1/78.

M.T. MANSHOTT : "Rapport sur les quartiers spontanés de
Ouagadougou" 1972.

ORSTOM : "De Caracas à Kinshasa" - Bonnes feuilles de
recherche urbaine à l'ORSTOM (1978-83) -
Coll. Travaux et documents - 1984.

Annik OSMONT : "La Banque Mondiale et les politiques urbaines
nationales" in Politique Africaine - Mars 1985 n° 17.

Colette PETONNET : "Espaces habités - Ethnologie des banlieues."
Ed. Galilée - 1982.

PNUD - Projet Habitat : "Enquêtes à Cissin" - Direction de
l'Urbanisme et de l'Architecture - 1977.

PNUD - Projet UPV 78-102 : "Habitat et Aménagement des éta-
blissements humains en zone rurale en Haute-Volta".
Rapport et recommandations - Juillet 1983.

Meine Pieter VAN DIJK : "Le secteur informel de Ouagadougou
et de Dakar 1980 - Enquêtes pour le BIT en 1976-77.

CONCEPTION GENERALE DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT URBAIN
DANS LE CONTEXTE AFRICAIN
- ASPECTS TECHNIQUES - (*)

===0==

Peu de zones urbaines de l'Afrique subsaharienne disposent aujourd'hui de systèmes efficaces d'assainissement urbain, soit que ces systèmes fassent totalement défaut, soit que les ouvrages réalisés s'avèrent déficients. Une part importante des échecs constatés est due à la faiblesse des analyses préalables, l'élaboration des projets consistant le plus souvent en une définition a priori des technologies (que l'on tente ensuite d'adapter aux contraintes locales) sans qu'il y ait eu auparavant de réflexion sur leurs objectifs et le contexte particulier de leur mise en oeuvre.

La présente étude, qui constitue le premier volet d'un programme général (**), a pour objectif essentiel de sensibiliser les maîtres d'ouvrage en leur présentant la diversité des solutions techniques et un cadre de réflexion leur permettant de s'orienter vers une solution adaptée aux objectifs fixés, aux contraintes et aux moyens disponibles.

L'étude, un ouvrage de 338 pages, comporte les 6 chapitres suivants et des annexes.

CHAPITRE I : L'ETAT DE L'ASSAINISSEMENT URBAIN DANS LES PAYS MEMBRES DU CIEH

Le premier chapitre a établi un diagnostic de la situation actuelle de l'assainissement urbain (eaux pluviales et eaux usées) dans les Etats Membres du CIEH.

Pour les eaux pluviales, l'étude a constaté qu'il y existe des réalisations partielles dont l'efficacité est limitée.

Pour les eaux usées, il existe très peu de réalisations. L'élimination des excréta se fait au niveau de l'habitation (fosses septiques, latrines sèches, déversements directs). Les eaux usées domestiques quant à elle, sont rejetées soit dans un puisard, soit dans un caniveau, soit directement sur la voie publique.

CHAPITRE II : PLANIFICATION DES OPERATIONS D'ASSAINISSEMENT URBAIN

Le second chapitre rappelle les bases sur lesquelles repose la planification des opérations d'assainissement urbain en distinguant : le contexte de mise en oeuvre et les étapes de la conception :

(*) par le BCEOM (Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer) (France).

(**) Autres volets du programme : aspects institutionnels, aspects économiques, aspects socio-culturels.

+ Au titre du contexte de mise en oeuvre, l'auteur passe en revue les finalités de l'assainissement (protection de la santé, protection de l'environnement, lutte contre les nuisances physiques, objectifs économiques), les contraintes principales du secteur: contraintes liées à l'urbanisme des villes africaines en général mal maîtrisé, à un type d'urbanisme généralement extensif, à l'inadaptation fréquente des schémas directeurs, au caractère évolutif du milieu, contraintes socioéconomiques liées notamment à l'évolution de la consommation en eau et à la situation actuelle de l'assainissement, contraintes institutionnelles et financières.

Les contraintes du secteur se sont avérées nombreuses, variées et ont des conséquences significatives qu'on peut résumer en disant que la solution des problèmes d'assainissement urbain en Afrique passe par des actions à différents niveaux et qu'en tout état de cause, au seul plan technique, les systèmes d'assainissement de type classique tels que ceux mis en oeuvre dans les pays développés, seront rarement les plus adéquats et ne pourront, en tout cas jamais être généralisés à l'ensemble d'une agglomération.

+ Au titre des étapes de la conception, l'étude montre que tant par les objectifs qui lui sont assignés que par les contraintes, les actions d'assainissement urbain en Afrique ne peuvent être, comme c'est le cas en pays occidentaux, limitées à la seule réalisation de dispositifs techniques. Les études dans ce cas impliquent, dans la démarche à adopter, les étapes suivantes: celle de la programmation, celle de l'élaboration du schéma directeur et celle de l'étude d'exécution.

- Au niveau de la programmation sera faite l'identification des contraintes et des besoins. Ces données seront fournies grâce à des enquêtes sur le terrain.

- Au niveau du schéma directeur, sera faite la détermination de la stratégie à adopter eu égard aux contraintes et objectifs; les actions à entreprendre seront identifiées, tant techniques que réglementaires, institutionnelles et financières.

- Au niveau de l'étude d'exécution, les actions seront menées en 2 phases:

+ l'étude d'avant projet avec un mémoire explicatif explicitant l'ensemble des données de base de tous ordres, les pièces données nécessaires à la compréhension du mémoire ainsi qu'une estimation sommaire de l'investissement accompagnée d'une estimation prévisionnelle du coût d'exploitation.

+ l'étude de projet plus particulièrement technique et dont l'objet est de servir de base à la passation du marché.

CHAPITRE III : STRATEGIE D'AMENAGEMENT

Ce chapitre expose la démarche qu'il convient d'adopter pour amorcer convenablement un projet d'assainissement dans le contexte africain. Il distingue d'abord un premier niveau de décisions préliminaires.

Par décisions préliminaires, il faut entendre d'une part, le choix de l'échelle des aménagements à réaliser c'est-à-dire les limites géographiques pour ce qui concerne l'évacuation des eaux pluviales et les utilisateurs à prendre en compte dans le cas des eaux usées, ainsi que le niveau de satisfaction à atteindre.

Ensuite il y a lieu de choisir entre les filières à adopter c'est-à-dire les modes d'assainissement pour les différentes zones de l'agglomération, à savoir, pour les eaux usées, l'assainissement autonome ou collectif et pour les eaux pluviales les canaux à ciel ouvert ou des conduites enterrées. Au niveau d'ensemble, le problème technique principal est de choisir un système séparatif ou unitaire.

A chaque type de problème, des critères de choix ont été dégagés. C'est ainsi qu'il ressort que le système séparatif est plus adapté dans la majorité des cas et que quel que soit le type de réseau, une étude économique, socio-culturelle et bien entendu technique s'impose pour chaque cas. On remarque cependant que les réseaux séparatifs fonctionnent rarement comme tels.

CHAPITRE IV : TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS

Dans ce chapitre l'étude passe en revue les diverses techniques existantes en matière de maîtrise et d'évacuation des eaux. Il distingue pour ce faire, successivement celles disponibles pour l'élimination des eaux usées, des eaux pluviales et les dispositions permettant de limiter ou de faciliter l'entretien.

4.1. Elimination des eaux usées

Pour l'élimination des eaux usées on a considéré les techniques au niveau individuel, au niveau des collectivités et au niveau des petites collectivités.

+ Au niveau individuel, les eaux usées (eaux vannes et eaux ménagères) sont éliminées séparément. Les eaux vannes le sont soit par dispersion dans le sol de la fraction liquide ou par collecte en fosse étanche. Les eaux ménagères quant à elles, sont soit dispersées dans le sol, soit rejetées au réseau pluvial (avec beaucoup de risques).

+ Au niveau collectif, un rappel des techniques classiques d'épuration a été fait (traitements préliminaires, primaires, secondaires et tertiaires ou complémentaires). Pour terminer un tableau récapitulatif des critères de choix de la filière d'épuration est dressé. Ce tableau ainsi que celui de la comparaison des rendements des différentes filières d'épuration seront utilement consultés pour orienter le choix du procédé convenable.

+ Au niveau des petites collectivités (lotissements, quartiers, établissements publics), il s'agit aussi bien des procédés dérivés de l'assainissement collectif que ceux dérivés de l'assainissement individuel.

4.2. Elimination des eaux pluviales

A côté de l'élimination de ces eaux par un réseau d'évacuation classique enterré ou à ciel ouvert, il y est fait cas de nouvelles notions : l'infiltration, et l'évacuation différée.

- Réseaux d'évacuation des eaux pluviales

Il s'agit ici d'ouvrages bien connus dont on rappellera que la conception implique des choix qu'il sera très difficile d'infléchir ensuite.

- Maîtrise du ruissellement des eaux pluviales

Devant l'importance du ruissellement urbain et l'accroissement des débits de pointe conduisant à des ouvrages d'évacuation classiques énormes, donc très onéreux, l'accent a été mis sur le développement de certaines nouvelles mesures notamment :

+ le stockage sur place (espaces libres, parkings, chaussées) ;

+ l'infiltration sur place (tranchées filtrantes, puits perdus, revêtements poreux) ;

+ la modification du parcours du ruissellement ;

+ l'infiltration après concentration du ruissellement (bassin d'infiltration) ;

+ le stockage après concentration (bassin de stockage).

- La dépollution des eaux pluviales

Pour terminer le paragraphe des eaux pluviales, il est évoqué certaines techniques qui visent à dépolluer ou à diminuer la pollution de celles-ci. On y distingue deux catégories : celles qui sont à l'amont du réseau à savoir :

+ nettoyage des rues

+ infiltration sur place et stockage en amont

+ dispositifs de protection à l'entrée du réseau (grilles, bouches à décantation, siphonides, ...)

et celles qui sont sur le réseau et à l'aval à savoir :

. en unitaire

+ ouvrages annexes de traitement (dégrilleurs, dessableurs, ...)

- + déversoirs d'orages, bassins d'orages sélecteurs d'engouffrements (en unitaire)

- . en séparatif

- + bassins de retenues
- + séparateurs statiques tourbillonnaires
- + vannes à niveau aval constant.

4.3. Dispositifs limitant ou facilitant l'entretien

L'entretien des systèmes d'assainissement revêt une acuité particulière en Afrique parce que les sujétions de mise en oeuvre et de fonctionnement sont nombreuses (érosabilité des sols, intensité des averses, faiblesse des débits d'eaux usées, rejet de déchets solides dans les réseaux).

Tout ceci conduit à rechercher des dispositions susceptibles de réduire ces sujétions ; c'est ainsi que des suggestions ont été faites dans ce sens successivement pour les problèmes des transports solides, des ordures ménagères, du rejet des eaux usées dans les réseaux pluviaux, d'accès aux ouvrages pour les opérations d'entretien.

CHAPITRE V : CONCEPTION ET CALCUL DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

Le chapitre V est constitué de deux parties :

- La détermination des données de base.
- La conception, le calcul et les dispositions constructives.

Au titre des données de base, il s'agit des estimations des débits ainsi que des charges polluantes aussi bien pour les eaux usées que pour les eaux pluviales.

Des formules ainsi que des normes y ont été rappelées : débits d'eaux usées en fonction des consommations unitaires d'eau potable, du taux de restitution, etc..., débits d'eaux pluviales calculés par la formule rationnelle, la formule de Caquot, avec divers modèles.

Pour les charges polluantes, une distinction est faite entre les effluents urbains, les eaux résiduaires industrielles et les eaux de ruissellement. Des exemples sont donnés : expériences et normes françaises de charge polluante unitaire, résultats d'échantillonnages en Afrique (Dakar, etc.).

Au titre de la conception des calculs et des dispositions constructives sont présentées des dispositions (formules, coefficients et conditions particulières) à prendre aux niveaux des ouvrages de transport, puis des ouvrages annexes. Ici aussi des schémas d'ouvrages types, des normes de dimensions et capacités théoriques d'installations (assainissement individuel) ont été proposés.

CHAPITRE VI : NECESSITE D'UNE RECHERCHE COMPLEMENTAIRE

Ce chapitre fait ressortir les limites de l'étude et souligne ce qui reste à faire. Ce chapitre rappelle notamment qu'elle se limite volontairement aux aspects techniques. Il rappelle que pour une étude complète, la réflexion doit porter aussi sur les plans économique, socio-culturel, institutionnel et réglementaire, ce qui était prévu par ailleurs. Mais sur le plan technique, on identifie dans ce chapitre, d'autres actions qui restent à entreprendre car le contexte qui prévaut ne suffit pas encore pour permettre d'appréhender toutes les données : absence d'une évaluation exhaustive des aménagements existants, défaut d'expérimentations de certaines technologies et dispositifs dans le contexte africain et difficultés d'acquisition des informations de base.

Les dix études suivantes ont été identifiées pour faire l'objet de recherches complémentaires. On y compte en majorité des opérations qui visent les eaux usées :

- Etude des critères de choix du mode d'assainissement (individuel ou collectif).
- Etude sur l'assainissement individuel.
- Etude sur l'assainissement des petites collectivités.
- Etude du pouvoir autoépurateur des milieux récepteurs.
- Etude des rejets d'eaux usées.
- Etude comparative des systèmes d'épuration dans le contexte africain.
- Etude particulière à l'épuration par lagunage.
- Etude des débits fluviaux.
- Etude sur la maîtrise des eaux pluviales.
- Etude relative à l'entretien.

*
* * *

A N N E X E S

Enfin on trouve annexés à l'étude, une liste bibliographique qui recense les publications consultées pour la rédaction de l'étude, ainsi que des formulaires, tableaux, abaques et méthodes de calcul.

ETUDE DES ASPECTS INSTITUTIONNELS,
REGLEMENTAIRES ET FINANCIERS (*)

Les méthodes utilisées dans les pays occidentaux ne permettent pas d'atteindre, dans le contexte africain, les objectifs fondamentaux de l'assainissement : les techniques à utiliser doivent être redéfinies en fonction des conditions locales.

Les objectifs restent :

- protection de la santé publique,
- protection de l'environnement,
- protection physique des personnes et des biens.

Les techniques à utiliser feront appel beaucoup plus souvent à des équipements individuels ou à une combinaison d'équipements individuels et collectifs : les grands travaux n'interviendront que comme complément des solutions à l'échelle individuelle. C'est pourquoi les aspects institutionnels, réglementaires et financiers prendront une importance particulière car il s'agira encore plus souvent pour l'Administration de faire faire que de faire.

Nous examinerons successivement :

- les étapes de la démarche à entreprendre,
- la méthode de définition de la structure administrative appropriée,
- le cadre juridique à mettre en place,
- les solutions financières.

1. LES ETAPES DE LA DEMARCHE A ENTREPRENDRE

Il s'agit d'étapes logiques et non chronologiques, les tâches correspondantes ayant souvent un caractère répétitif ou permanent :

1.1. 1ère étape : Définition d'une politique nationale

- fixer des objectifs réalistes,
- évaluer l'enveloppe financière globale,
- fixer des priorités,
- prévoir la coordination nécessaire avec les secteurs connexes.

Les décisions prises ne pourront pas avoir un caractère rigide et il sera nécessaire de les remettre en cause périodiquement lorsque l'importance des informations nouvelles recueillies nécessitera leur réactualisation.

(*) Communication élaborée à partir de l'étude réalisée pour le CIEH "Conception générale des systèmes d'assainissement dans le contexte africain - Aspects institutionnels et financiers" et présentée par Patrick CANEL, Socio-économiste, BETURE.

1.2. 2ème étape : Schémas directeurs par agglomération

- Diagnostic de la situation.
- Etude des contraintes socio-économiques, institutionnelle et financières.
- Définition des besoins (ce qui est souhaitable).
- Définition des objectifs (ce qu'on décide de faire).
- Grandes lignes des solutions.
- Evaluation des investissements nécessaires.
- Modalités de financement.
- Mesures institutionnelles et réglementaires.
- Phasage de la réalisation.

1.3. 3ème étape : Avant-projets

Vérifier la factibilité économique et financière des projets et rassembler les informations nécessaires à l'évaluation du projet par les bailleurs de fonds éventuels.

1.4. 4ème étape : Programmation des investissements et recherche des financements.

Définition d'un ordre de réalisation et d'un plan d'investissement englobant l'ensemble des projets envisagés.

1.5. 5ème étape : Réalisation des études d'exécution

1.6. 6ème étape : Exécution des travaux

1.7. 7ème étape : Exploitation et gestion des équipements

- Aspect technique :
 - . entretien et réparation des équipements collectifs ;
 - . entretien et exploitation des installations individuelles.

- Aspect commercial :
 - . facturation de redevance et recouvrement.

1.8. 8ème étape : Réglementation

Moyens d'obtenir du public le comportement attendu : information et éventuellement base juridique permettant d'exercer une contrainte.

1.9. 9ème étape : Contrôle du respect de la réglementation

1.10. 10ème étape : Evaluation des résultats

Recueil d'informations permettant l'ajustement de la politique sectorielle et des objectifs.

2. LA STRUCTURE INSTITUTIONNELLE

Les conditions varient trop d'un Etat à l'autre pour qu'on puisse préconiser une structure institutionnelle uniforme :

Il n'y a pas de structure idéale, il n'y a que des structures adaptées aux circonstances.

Comment définir une structure adaptée ?

- Repérer les difficultés concrètes à résoudre par des mesures institutionnelles.

- Définir les conditions à remplir pour une meilleure organisation :

- . respecter les principes généraux d'organisation,
- . tenir compte des nécessités communes à la plupart des états de la région,
- . tenir compte des particularités nationales.

- Elaborer les grandes lignes de la solution recherchée et pour cela faire un choix sur chacune des grandes options d'organisation en fonction des avantages à attendre et des inconvénients à accepter : centralisation - décentralisation, unité ou séparation eaux usées - eaux vannes - eaux pluviales, unité ou séparation Travaux - Exploitation, institutions propres ou à vocation générale, administration classique ou organismes autonomes, forme juridique.

- Affiner la solution recherchée en s'inspirant de solutions-types :

- . Société Nationale Eau et Assainissement.
- . Société Nationale Eau et Assainissement sous-traitant l'exploitation.
- . Société Nationale d'Assainissement.
- . Administration Centrale et Municipalités, etc...

3. LA REGLEMENTATION

- Les objectifs sont :

- . organiser l'action de l'administration,
- . définir le comportement attendu du public,
- . disposer de bases juridiques permettant l'exercice éventuel d'une contrainte.

- Suivant leur nature, on aura donc :

- . des textes organiques créant et définissant les attributions des différents organismes intervenants,
- . des textes généraux destinés au public,
- . des textes techniques édictant des normes de construction, des normes de rejets, etc...

- Suivant leur niveau on aura :
 - . des textes permanents définissant des règles générales et donnant l'autorisation aux autorités compétentes d'édicter des règles circonstanciées,
 - . des textes circonstanciés adaptant les règles générales aux nécessités locales ou temporelles
- L'architecture-type de la réglementation comportera des textes concernant :
 - . le domaine public,
 - . les constructions : interdictions de construire et contraintes imposées à la construction,
 - . les rejets,
 - . le drainage.
- Articulation de la réglementation avec la législation générale et les législations particulières connexes :

Un texte particulier ne pourra jamais être interprété isolément : ses effets spécifiques dépendront presque toujours de textes plus généraux qu'il viendra préciser ou auquel il apportera des dérogations. Ils dépendront aussi des textes applicables dans des domaines voisins : eau, urbanisme, santé publique, etc...

- Codification des textes :

C'est un moyen de renforcer la cohérence des textes applicables dans des secteurs connexes. Il n'est cependant pas possible de réunir tout dans un même code. On doit donc choisir de rassembler les textes des secteurs ayant les imbrications les plus développées. La solution la plus intéressante semble être la réunion dans un même code des textes concernant l'urbanisme et l'assainissement.

4. LE FINANCEMENT DE L'ASSAINISSEMENT

- Les besoins financiers concernant :
 - . les investissements publics,
 - . les investissements privés,
 - . les coûts d'entretien des installations publiques,
 - . les coûts d'entretien des installations privées.
- Les ressources financières peuvent être définitives ou transitoires :
 - . ressources définitives à caractère commercial :
 - + redevances perçues sur les bénéficiaires d'un branchement eau usée,
 - + vente de sous-produits de traitement,
 - + paiement des opérations de vidange,
 - + perception sur blocs sanitaires et WC publics,
 - + vente d'eau d'origine pluviale pour irrigation,
 - + opérations foncières liées à l'assainissement pluvial.

- . ressources définitives à caractère fiscal :
 - + recettes fiscales affectées à l'assainissement :
taxe sur ventes d'eau (perçues même en l'absence de branchement égout), taxes sur le vente de produits divers (bière, essence, bétail), taxes foncières, redevance de pollution ;
 - + contributions du budget de l'Etat ;
 - + subventions et dons d'origine extérieure.
- . recettes transitoires : emprunts pour investissements publics.
- . recettes transitoires : emprunts destinés aux investissements privés.

- Les mécanismes financiers et l'autonomie financière :

Le problème est de sauvegarder l'essentiel en cas d'insuffisance des ressources par rapport aux prévisions faites à l'occasion de la réalisation des investissements.

Une priorité doit être affectée dans l'ordre :

1. à la couverture des frais d'entretien et d'exploitation ;
2. à la couverture du service de la dette (ou de l'amortissement technique en cas de subvention) ;
3. à l'autofinancement des extensions et des phases ultérieures d'investissements.

Pour cette raison, il semble préférable de destiner à ces différents besoins dans le même ordre :

1. les recettes commerciales
2. les recettes fiscales affectées
3. les subventions provenant du budget de l'Etat.

Cette affectation des ressources ne peut être assurée que dans le cadre d'une autonomie financière aussi développée que possible. Comme il est peu probable que l'assainissement puisse disposer pour son fonctionnement et son développement de ressources générées par son activité en quantités suffisantes, cette autonomie financière restera dans la plupart des cas limitée :

- autonomie financière limitée à l'exploitation,
- autonomie financière limitée à certains aspects de l'exploitation (achats, rémunération de spécialistes),
- autonomie financière conjointe eau et assainissement,
- autonomie financière des communes.

Cette autonomie financière suppose un pilotage financier :

- pour limiter les besoins : effort de productivité dans le domaine de l'exploitation et de l'entretien, éventuellement retard dans la réalisation de nouvelles installations qui ne pourraient être entretenues,

- pour augmenter les ressources : augmentation des tarifs et des taxes pour couvrir les besoins.

Les institutions financières

La mise en place de structures financières propres au secteur ne se justifie que comme moyen d'exercer l'autonomie financière de celui-ci.

1er exemple : Fonds National

C'est un compte auprès d'un organisme financier public (banque, caisse d'amortissement, etc...) placé sous la responsabilité d'un Comité de gestion agissant dans le cadre d'un règlement de Fonds.

L'avantage du Fonds National est de permettre l'autonomie financière dans le cadre de l'Administration traditionnelle qui garde l'initiative des demandes de paiement sur le Fonds. Le Comité de gestion nomme un directeur qui veille au respect du règlement des fonds, négocie les emprunts, veille à l'encaissement des recettes, assure la comptabilité et veille à l'équilibre des ressources et des emplois.

2ème exemple : Autorité Nationale

L'idée de base est de confier la gestion technique et financière autonome à un organisme d'Etat soumis aux règles de la comptabilité commerciale et devant équilibrer son compte d'exploitation.

L'orientation de l'action de l'Autorité Nationale dans le sens de la politique nationale du secteur, se réalise dans le cadre du Conseil d'Administration de l'Autorité Nationale constitué de représentants des Ministères intéressés.

CONCLUSIONS SUR LE FINANCEMENT DE L'ASSAINISSEMENT

Il apparaît donc que le difficile problème du financement de l'assainissement ne saurait être résolu par le simple fait de créer une structure institutionnelle ad hoc. Il s'agit beaucoup plus de s'assurer des ressources stables, proportionnées aux ambitions du secteur et de les utiliser judicieusement.

La stabilité des ressources et leur progression conformément aux prévisions ne sauraient être garanties de façon absolue par aucun dispositif.

L'expérience semble montrer cependant que l'autonomie financière du secteur est le principe qui permet de s'approcher le plus de cette nécessaire stabilité dans la mesure où elle permet d'éviter de faire dépendre une action qui, par sa nature doit être continue, de décisions budgétaires annuelles toujours hasardeuses dans un contexte où l'insuffisance des ressources de l'Etat et des collectivités locales est chronique.

Il est à noter d'ailleurs que mieux vaut une autonomie effective appliquée à un domaine de responsabilité limité (tel que l'entretien des ouvrages ou même simplement certaines tâches d'entretien) qu'une autonomie applicable nominalement à un domaine plus vaste mais qui resterait dans la dépendance de l'obtention de subventions annuelles incertaines.

La délimitation du domaine autonome de responsabilité suppose en premier lieu une analyse préalable des besoins et des ressources financières.

Elle suppose ensuite que l'on recherche la meilleure application permanente possible des ressources sur lesquelles on pense pouvoir compter. Ce faisant, on aura en tête la possibilité de faire jouer au domaine autonome un rôle de catalyseur pouvant servir à structurer et à motiver la participation des institutions locales, de groupements socio-professionnels, de groupes bénévoles ... à la réalisation des objectifs de l'assainissement.

Le domaine autonome ayant été défini, le choix du type d'institution destiné à la gérer se fera en tenant compte de la nature prépondérante des ressources prévues (ressources commerciales ou, au contraire, ressources fiscales sans lien avec le secteur) mais il sera aussi largement influencé par les choix faits sur le plan institutionnel du secteur en général.

ETUDE DE L'ENTRETIEN DES OUVRAGES (*)

-==0==-

Les premières communications et les débats de ce séminaire ont déjà recentré le problème de l'assainissement urbain dans le cadre général de l'amélioration de la qualité de la vie, des conditions de vie que tout être humain est en droit de réclamer.

Partant de cet objectif fondamental, tous les moyens, toutes les techniques pouvant contribuer à l'atteindre doivent être examinés, sans privilégier les uns aux dépens des autres : l'essentiel est d'adapter les moyens aux spécificités et contraintes locales de façon à ne pas être coupé de la réalité. Toute action qui n'adopte pas cette démarche est vouée à l'échec, nous en sommes tous conscients pour l'avoir peu ou prou expérimenté.

Nous proposons d'analyser ici rapidement les contraintes qui contribuent à rendre difficile le fonctionnement des ouvrages d'assainissement, qu'il s'agisse de réseaux et ouvrages de drainage ou d'eaux usées, de systèmes collectifs ou individuels. Ce dernier mode d'assainissement ne doit pas être tenu pour secondaire : étant donné les contraintes socio-économiques et financières des Etats Membres, il y a lieu de considérer au contraire l'assainissement individuel comme fondamental car devant concerner la majeure partie des populations.

Les problèmes d'entretien des réseaux et ouvrages sont fonction de multiples facteurs, à la fois techniques (qu'ils se situent au niveau de la conception ou de l'exécution), institutionnels, financiers et socio-économiques. Les aspects institutionnels et financiers ayant été traités précédemment, nous n'examinerons ici que leur incidence sur l'entretien des systèmes. Les aspects techniques sont multiples et il n'est pas question de les examiner de façon détaillée ici : on voudra bien se référer à l'étude spécifique concernant "l'entretien des ouvrages" effectuée récemment par BETURE-SETAME pour le CIEH. Nous envisageons seulement de montrer la multiplicité des paramètres interférant sur l'entretien des ouvrages et la complexité qu'il y a de les prendre tous en considération.

Précisons que, par entretien, on entend ici :

- d'une part, le curage et le nettoyage des réseaux et ouvrages,

- d'autre part, la réfection des réseaux et ouvrages de diverses natures (terre, béton, métal, ...) affectés par un usage normal ou anormal,

de façon à obtenir en permanence des systèmes fiables et en bon état.

(*) Communication présentée par Alain LAFROGNE,
Ingénieur Hydraulicien - BETURE.

Les analyses et commentaires que nous allons faire s'appuient sur les missions effectuées dans les Etats Membres et sur l'expérience de BETURE-SETAME qui s'est trouvé confronté depuis de nombreuses années à ces problèmes dont les caractéristiques sont, suivant les pays, à la fois très voisines (aspects socio-économiques, institutionnels, financiers) et relativement différentes eu égard à la variété des climats concernés (désertique, aride, tropical, équatorial).

1. PROBLEMES DE FONCTIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT ET CAUSES

Les réseaux eaux usées et eaux pluviales ont, par nature, des objectifs distincts. De ce fait, il existe de très nombreuses différences quant à la conception des ouvrages afférents et à leur fonctionnement. Il est donc nécessaire de les aborder séparément même si, parfois, des problèmes communs existent.

Par ailleurs, il y a lieu de distinguer les aspects relatifs aux structures primaires (canaux, grands collecteurs, stations de pompage) qui requièrent obligatoirement l'intervention de services spécialisés et ceux concernant les réseaux secondaires et tertiaires qui peuvent impliquer l'intervention de la population.

1.1. Réseaux de drainage des eaux pluviales

Dans les conditions normales de fonctionnement, les sujétions sont dues aux facteurs physiques caractéristiques principalement du climat (érodabilité des sols et donc transport solide, intensité élevée des averses) et à l'extension de l'urbanisation qui modifie les conditions de ruissellement.

Si la pluie est le principal facteur de l'érosion, son action n'est possible qu'en fonction de la résistance du milieu. Celle-ci dépend de la nature du sol, de la pente, du couvert végétal, des pratiques culturales et anti-érosives à l'amont des bassins versants urbains ou même à l'intérieur de ceux-ci (conception de la structure de la voirie). L'érosion hydraulique se manifeste par l'action directe de la pluie sur le sol, mais aussi par le ruissellement qui provoque une érosion mécanique, par éboulement, par solifluxion...

L'eau de ruissellement ne transite pas seulement (par charriage ou suspension) les particules détachées du sol par la pluie ou son action directe. Elle sert également au transport des matériaux arrachés et déposés par voie éolienne au cours de la saison sèche qui, selon la latitude, peut varier de plusieurs mois à la quasi totalité de l'année. Cette érosion éolienne est parfois extrêmement importante et conduit à un apport qui intéresse la totalité des agglomérations des pays désertiques et sahéliens.

Au niveau des ouvrages de drainage, on distingue les effets de l'érosion de ceux du transport solide.

L'érosion affecte les fossés et canaux non revêtus, les digues, les fossés et canaux revêtus. Quant au transport solide il se manifeste par une attaque des ouvrages revêtus (conduites, dalots, canaux et fossés bétonnés) et des atterrissements partout où des perturbations créent des pertes de charge singulières.

L'extension de l'urbanisation conduit à une augmentation de l'impluvium urbain susceptible d'être drainé et à un accroissement des surfaces imperméabilisées, d'où résulte une aggravation des écoulements tant en volume qu'en débit de pointe. Ceci engendre une insuffisance de capacité des réseaux existants (naturels ou artificiels) qui provoque une submersion des zones riveraines préjudiciable à la population et à l'économie.

Les sujétions peuvent être aussi la conséquence d'une utilisation anormale des ouvrages de drainage au sens large, c'est-à-dire aussi bien les oueds, bas-fonds ou marigots naturels (ou aménagés) que les canaux, et ouvrages enterrés (conduites, dalots, ovoïdes, ouvrages spéciaux).

L'urbanisation anarchique se développe dans toutes les régions où les écoulements ne sont pas pérennes. On y observe une évolution de la structure des lits naturels, dans la mesure où les berges ne sont pas abruptes, due à une pression de l'habitat. Cette évolution qui se fait par étapes, conduit à une occupation plus ou moins complète du lit des cours d'eau. Selon le degré d'occupation du lit, les conséquences de cette urbanisation incontrôlée sont le rehaussement de la ligne d'eau et la destruction plus ou moins partielle des constructions. Cette situation a d'autant plus tendance à exister que le climat est plus aride, c'est-à-dire que les pluies sont plus rares et que les crues sont plus violentes.

Par ailleurs, cet habitat spontané devenant rapidement très dense, les possibilités d'accès aux lits des cours d'eau deviennent de plus en plus difficiles pour finalement être impossibles, rendant difficile non seulement l'entretien mais également la simple observation. Cette situation est souvent liée à l'absence initiale de réservation d'emprise latérale. L'accès aux réseaux enterrés est également rendu difficile ou impossible par le recouvrement des tampons par la chaussée, qu'elle soit revêtue ou non (cas d'émissaire de transit dans ce dernier cas).

Les dépôts d'ordures ménagères et de déchets solides constituant un facteur préoccupant, les citoyens se débarrassent de leurs ordures ménagères en les déposant couramment à proximité immédiate de leur habitation. Si un fossé, un canal ou un cours d'eau naturel (à sec ou pérenne) passe non loin, le dépôt d'ordures s'y fait quasi-automatiquement. Le ruissellement superficiel provoque également l'entraînement des déchets solides dans les canaux et fossés. Il en est parfois de même dans les réseaux enterrés, par le biais des tampons de regard qui sont ouverts pour la circonstance. Cette pratique est due à la carence des services d'enlèvement d'ordures, à l'absence de prise de conscience des habitants et à leur pauvreté.

On observe aussi des rejets d'eaux usées parasites qui ont pour conséquence une stagnation d'eau polluée fermentant très rapidement, une prolifération des moustiques et germes pathogènes, une formation d' H_2S attaquant le béton des ouvrages enterrés.

L'entretien et le fonctionnement des ouvrages sont certes tributaires des facteurs passés en revue précédemment sur lesquels il est possible d'avoir une action pour en minimiser les effets. Mais ils seront grandement facilités si des dispositions adéquates sont adoptées dans la conception même des ouvrages. En ce qui concerne les canaux, les erreurs de conception concernent l'absence de pistes d'accès aux ouvrages, de rampes d'accès au fond, d'ouvrages de franchissement adéquats et de clôture.

La dégradation des digues a pour origine la circulation des habitants et animaux et l'action dynamique du courant et de la pluie.

1.2. Réseaux d'assainissement eaux usées et installations connexes.

Dans les conditions normales de fonctionnement, les éléments fins arrachés au sol par les pluies et le vent sont introduits par les trous d'aération des regards. Cet apport solide provoque des sédimentations. La faiblesse des débits rejetés due à la faible consommation spécifique et à un taux de raccordement réduit ne permet pas d'atteindre l'autocurage, ceci étant aggravé par la présence des déchets solides.

Ces facteurs pénalisants conduisent à une concentration élevée des matières organiques fermentescibles qui, la forte chaleur ambiante aidant, provoque une attaque des ouvrages.

L'utilisation abusive des ouvrages complique bien évidemment l'entretien. L'introduction de déchets solides constitue le principal problème qui conditionne tout le fonctionnement du système d'assainissement collectif. Ces déchets solides proviennent des logements raccordés au réseau (et ce par l'intermédiaire des conduites de branchement) et aussi de l'introduction directe dans les réseaux par le biais des tampons. Les rejets provenant des restaurants, gargotes, cantines, garages et stations services sont également très chargés en graisses, huiles et hydrocarbures qui se déposent sur les parois des collecteurs. Notons également le recouvrement fréquent des tampons par le revêtement de chaussée, ce qui empêche toute aération et tout entretien.

Il est possible de réduire ces contraintes de fonctionnement en adoptant des dispositions au niveau de la conception conduisant notamment à minimiser, sinon à supprimer, les risques d'introduction de déchets solides.

En ce qui concerne les ouvrages d'assainissement individuels (ou autonomes), notons que les latrines sèches ne posent en général pas de problème particulier. Par contre,

il n'en est pas de même des systèmes nécessitant un apport d'eau plus ou moins important que l'on peut classer en fosses étanches et procédés requérant l'élimination par le sol.

Les problèmes posés par les fosses étanches ont trait notamment à leur constitution poreuse, à leur dimensionnement insuffisant, à leur éloignement des voies d'accès. Les ouvrages exigeant l'infiltration des eaux usées se heurtent très souvent au colmatage du sol, question qu'il est possible de résoudre par les moyens adéquats que nous passerons en revue par la suite.

2. DISPOSITIONS TECHNIQUES A ADOPTER

Les critères de choix relatifs au type de réseau (séparatif ou unitaire), au mode d'assainissement (individuel ou collectif) et au type de collecteurs (enterrés ou à ciel ouvert) ont été passés systématiquement en revue dans le Rapport "Aspects Techniques" (*). Il est donc inutile d'y revenir dans le détail, mais il apparaît souhaitable de rappeler et de confirmer, en se basant sur l'exposé des sujétions et contraintes donné précédemment, les principes à retenir pour minimiser les opérations d'entretien.

Ces principes ont pour base la prise en considération des deux principaux paramètres constituant une entrave à un fonctionnement hydraulique correct :

- faiblesse des débits d'eaux usées,
- importance des rejets solides,

ainsi que des moyens financiers limités, tant des organismes nationaux ou locaux que des particuliers.

Eu égard à ces contraintes, les choix sont les suivants :

- assainissement de type séparatif,
- mode d'assainissement individuel ou collectif tributaire du type de logement, du mode d'alimentation en eau et des caractéristiques du sol : on pourra s'appuyer sur le schéma ci-joint qui explicite la démarche qui pouvait être systématiquement employée,
- type de collecteurs : l'entretien des réseaux superficiels est sans contexte plus facile à réaliser que celui des réseaux enterrés. Toutefois ces derniers sont moins sujets à devenir le réceptacle des ordures et déchets divers. Il semble donc souhaitable de s'orienter vers le choix suivant pour les réseaux de drainage, les réseaux eaux usées étant obligatoirement enterrés :
 - . zones où la voirie n'est pas ou n'est que partiellement revêtue : ouvrages à ciel ouvert,
 - . zones de centre ville où la voirie est revêtue : réseaux enterrés.

(*) Elaboré par le BCEOM dans le cadre de l'Etude Conception Générale des systèmes d'assainissement urbain.

Ces orientations peuvent être modulées en fonction des contraintes locales. En particulier on pourra prévoir en phase intermédiaire la réalisation de caniveaux latéraux correctement conçus.

Ces types de réseaux nécessitent des structures d'entretien différentes.

Les dispositions techniques à envisager pour réduire ou faciliter l'entretien des réseaux et ouvrages sont extrêmement nombreuses. Il n'est évidemment pas question ici d'entrer dans les détails et une énumération risque fort d'être rebutante et de ressembler à un catalogue à utiliser en fonction des particularités locales. Cependant, ainsi que nous l'avons dit en préambule, l'un des buts de cette communication étant d'attirer l'attention sur la multiplicité des facteurs et techniques en cause, il paraît difficile d'en faire l'économie.

2.1. Réseaux de drainage

Il importe d'adopter tout d'abord des dispositifs de protection amont des ouvrages. Les techniques anti-érosives en zone péri-urbaine peuvent, suivant les climats et les reliefs, être les suivantes :

- restructuration des sols par cultures en terrasses, aménagement de banquettes et seuils, travail du sol suivant les courbes de niveau,
- forestation ou plantation d'arbustes ou plantes,
- renforcement de l'infiltration par création de cuvettes et retenues collinaires,
- correction de ravines par seuils et "barrages" rustiques.

En zone urbaine, les techniques ont été examinées dans le rapport sur les "Aspects Techniques" précédemment cité. Elles concernent le stockage sur place (toiture, parkings, jardins, citernes), l'infiltration sur place (tranchée filtrante, puits d'infiltration), la modification du parcours du ruissellement (implantation de la voirie), l'infiltration après concentration du ruissellement et le stockage après concentration (bassins de retenue).

Il est possible de limiter l'usage abusif des ouvrages dû à un environnement socio-économique défavorable. Ces contraintes sont relatives, non seulement aux réseaux et ouvrages pour lesquels les mesures à prévoir sont examinées ci-après, mais aussi au phénomène d'urbanisation anarchique et à l'élimination des ordures ménagères et déchets solides. Il est donc essentiel d'aborder ici les solutions à préconiser pour tenter de résoudre ces derniers points bien que l'on sorte du cadre strict de l'assainissement.

En ce qui concerne la maintenance des ouvrages, la maîtrise de l'urbanisation requiert de préserver l'emprise du domaine public hydraulique et de réserver les emprises nécessaires aux voies d'accès des ouvrages pour

permettre leur contrôle et leur entretien : ceci doit se faire concrètement par des actions de bornage sur le terrain. L'intervention d'un spécialiste en drainage urbain est donc nécessaire lors de l'élaboration du plan d'urbanisme.

L'enlèvement des déchets solides et leur éventuelle valorisation peuvent être faits, soit par un système centralisé moderne, faisant appel à des moyens matériels et humains importants, soit par un système informel laissant la population s'organiser, mais en la motivant et en l'encadrant.

Afin d'éviter que les canaux ne servent de dépotoirs aux ordures ménagères et déchets de toutes natures, il est nécessaire, outre les dispositifs de collecte à prévoir, de les isoler par des clôtures. Il est nécessaire de laisser une risberme entre le muret et le canal pour éviter que les déchets qui seraient déversés par dessus la clôture ne tombent dans le canal. Cette risberme doit permettre le passage des engins chargés de l'entretien.

Les dispositions évoquées précédemment qui permettent le contrôle à l'entrée des ouvrages, doivent être complétées par des mesures appropriées évitant autant que faire se peut toute introduction dans le corps du réseau par le biais des ouvrages divers (regards, dessableurs, chutes, jonction, ...).

Pour cela il est nécessaire que les organes d'accès (tampons, trappes) ne puissent être manipulés aisément sans un outil approprié et que les trous d'aération ne soient prévus seulement que là où des risques de formation d' H_2S existent : c'est le cas des tronçons où l'on observe des piquages parasites d'eaux usées et également des tronçons à faible pente où se produisent en fin d'écoulement des sédimentations de matériaux plus ou moins fermentescibles.

Les techniques réduisant l'entretien des réseaux sont bien connues. En ce qui concerne les canaux, notons la nécessité de prévoir des ouvrages de franchissement largement dimensionnés et correctement calés pour éviter la sédimentation. Pour des digues, on effectue un calage de crête correspondant à une période de retour de 100 ans en général. Les canalisations et dalots doivent, entre autres, être calés et dimensionnés de façon à éviter des vitesses trop faibles (sédimentation) ou trop fortes (abrasion), et être munis d'ouvrages de captage comportant des dessableurs faciles à entretenir.

Les dispositions facilitant l'entretien des ouvrages ont trait aux voies d'accès, aux rampes d'accès aux canaux et digues, ainsi qu'aux ouvrages permettant une inspection et un entretien aisé des ouvrages enterrés, notamment aux points singuliers.

2.2. Systèmes d'assainissement eaux usées et installations connexes.

Il est essentiel de réduire l'usage abusif des réseaux en évitant l'introduction des déchets solides qui, rappelons le, constitue le problème n° 1. Aucun réseau si bien conçu soit-il, ne peut fonctionner correctement si des corps solides de diverses natures et tailles sont introduits.

Les ouvrages à prévoir doivent se situer chez les particuliers (grilles, siphons), au niveau de l'interface terrain privé-voie publique (boîte de branchement) et à chaque point de communication réseau-sol, c'est-à-dire aux tampons et trappes des ouvrages. Par ailleurs, tout établissement susceptible de rejets des graisses, huiles ou hydrocarbures doit être équipé de dispositifs de rétention adéquats.

On peut réduire l'entretien des ouvrages en raccordant les branchements directement dans les regards, en adoptant des pentes minimales en choisissant des types de canalisations réduisant les rugosités et minimisant les joints, etc...

En ce qui concerne les ouvrages d'assainissement individuels ou autonomes, il est nécessaire que les fosses étanches le soient réellement et soient suffisamment dimensionnées. Les systèmes éliminant les effluents sur le sol doivent être munis impérativement de décanteur, dégraisseur et si possible de décolloïdeur avant infiltration.

Les dispositifs facilitant l'entretien des ouvrages ont trait essentiellement aux organes d'accès dont les caractéristiques et dimensions doivent garantir des manœuvres aisées et une pérennité certaine : ceci est vrai pour les réseaux et également pour les stations de pompage qui doivent en outre être équipées de tous les organes de maintenance, dégrillage, lavage et éclairage nécessaires.

La maintenance des systèmes d'assainissement individuels est également facilitée par des organes de visite et curage, d'accès aisé, ainsi que par une implantation suffisamment proche de la voirie.

3. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

L'exposé sur les "Aspects Institutionnels et Financiers" a fait le point sur la question sous l'angle juridique, tout en abordant quelques problèmes techniques. Il n'est pas dans notre propos de reprendre ce qui a été dit dans ce domaine. Toutefois, les diverses dispositions exposées précédemment, destinées à réduire ou faciliter l'entretien des ouvrages, devant s'appuyer sur un ensemble cohérent et précis de dispositions réglementaires, nous passerons rapidement en revue celles qui nous semblent les plus importantes.

Les règlements d'urbanisme doivent envisager la maîtrise du ruissellement et adopter les principes qui permettront la collecte et l'évacuation des eaux dans les

meilleures conditions techniques et financières. Cette action première doit être confortée par des règlements incitant à réduire les ruissellements et exigeant, par exemple, la construction de clôture pleine continue, la rétention plus ou moins totale de l'eau dans les jardins ou citernes, etc...

En ce qui concerne l'assainissement des eaux usées, le Règlement d'Urbanisme doit imposer aux constructeurs d'obtenir l'avis du service chargé de l'assainissement de la localité concernée quant au choix du mode d'assainissement eaux usées et eaux vannes à adopter. Ce choix, guidé par la démarche explicitée précédemment, devra obligatoirement être pris en compte dans les documents et plans à produire pour obtention du permis de construire. Dans les quartiers populaires où l'habitat est érigé de façon spontanée par les citoyens eux-mêmes ou par des tâcherons, l'action du service d'assainissement sera renforcée par sensibilisation des chefs de quartier et organisations de masse (Parti, femmes, jeunesse, ...) au mode d'assainissement à adopter pour garantir une salubrité minimale des logements.

Ces actions seront renforcées par une réglementation définissant les normes d'équipement des logements avant rejet et par des normes de conception, de dimensionnement et d'implantation des ouvrages d'assainissement individuels. Bien évidemment, pour que cette réglementation soit crédible et efficace, il doit être prévu le contrôle des installations par les services techniques concernés.

La réglementation des eaux doit aborder les problèmes de lutte contre les inondations en définissant de façon précise le domaine public hydraulique et l'emprise des réseaux et ouvrages enterrés, y compris leur accès. Elle doit également s'intéresser à la lutte contre la pollution hydrique afin de préserver ou de restaurer la qualité des eaux superficielles et souterraines : les usagers (particuliers, artisans ou industriels) doivent pouvoir recevoir des conseils gratuits de façon à pouvoir rendre leurs installations conformes aux types d'assainissement et normes d'ouvrages.

Les eaux résiduaires urbaines et industrielles doivent répondre à certains critères avant rejet dans les réseaux ou le milieu naturel. Ces critères sont étroitement fonction de la capacité et des caractéristiques des ouvrages et du milieu récepteur. Il est donc pratiquement impossible d'édicter des normes strictes applicables dans tous les cas. Il est de préférence conseillé une approche globale qui permettra d'appréhender l'ensemble des conditions d'environnement. Cette approche sera différente suivant qu'il s'agit de rejets en réseau ou dans le milieu naturel. La réglementation doit également concerner les déchets solides susceptibles d'engendrer, directement ou non (cas de lessivage par les eaux de pluie) la contamination de l'environnement.

La réglementation doit également faire obligation aux citoyens de prendre en charge directement la propreté des abords immédiats de leurs logements.

4. ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT D'UN SERVICE ENTRETIEN

L'appréciation des moyens à mettre en oeuvre (qu'ils soient humains, matériels ou financiers) et des structures à prévoir pour faire face aux tâches de contrôle et d'entretien des réseaux et ouvrages résulte directement des opérations à réaliser : nature, importance, nombre et fréquence. Elle doit donc être précédée dans chaque cas par l'analyse des problèmes concrets d'entretien. On retrouve ici la distinction entre réseaux eaux pluviales et réseaux eaux usées d'une part, entre ouvrages à ciel ouvert et ouvrages enterrés d'autre part, le type et la nature des ouvrages étant bien évidemment déterminants en regard des opérations d'entretien.

Etant donné la multiplicité des paramètres en cause et surtout leur grande variabilité en fonction des conditions locales d'environnement climatique, géographique et humain, il serait vain de proposer des normes chiffrées pour définir les opérations d'entretien et les rendements à escompter.

Rappelons que, comme préalable à toute action d'entretien, il est indispensable que le service entretien dispose de la totalité des plans de récolement des réseaux et ouvrages ainsi que des fiches, des caractéristiques et des notices d'entretien des équipements électro-mécaniques, hydromécaniques et électriques.

En ce qui concerne les réseaux et ouvrages de drainage, d'une façon générale, il est indispensable qu'un contrôle et un nettoyage (si nécessaire, mais c'est le plus souvent le cas) soient effectués avant le début de la saison des pluies, après chaque précipitation importante et d'une façon régulière pendant la saison pluvieuse.

En ce qui concerne la réfection des ouvrages, en général une visite annuelle est suffisante. Pour ce qui est des ouvrages soumis à l'érosion et/ou risquant d'être affouillés, il est indispensable d'effectuer un contrôle après chaque crue importante.

L'entretien des réseaux d'eaux usées et des ouvrages afférents n'est pas lié à la pluviométrie. Un contrôle est nécessaire tous les 3 à 6 mois et l'on préconise un nettoyage complet tous les ans.

Les réseaux de type unitaire existants (de nouveaux ouvrages de ce type sont à proscrire) doivent être soumis à un contrôle qui prenne en considération les contraintes relatives aux réseaux séparatifs eaux usées et eaux pluviales. Ce sont ceux qui présentent le plus de problèmes.

L'élimination des ordures ménagères pourra être effectuée par un système informel ou par un système centralisé ainsi qu'on l'a envisagé précédemment. Quant aux gravois de toute nature, ils doivent être extraits périodiquement de la voirie et des ouvrages de drainage et être évacués immédiatement.

MOYENS HUMAINS, LOGISTIQUES ET FINANCIERS

Il est clair que les économies nationales ne seront pas, pour la plupart, en mesure d'ici longtemps d'assurer les charges d'entretien des systèmes d'assainissement urbain et d'enlèvement de déchets solides. De ce fait, la participation active de la population pour certaines tâches est une nécessité, le partage des tâches d'entretien pouvant s'effectuer de la façon suivante :

- pour les caniveaux, fossés et surfaces de voirie attenantes aux constructions, intervention directe des citoyens qui auront pour obligation d'entretenir en bon état de propreté l'espace compris entre la limite de parcelle et l'axe de voirie ;

- les autres ouvrages de drainage (canaux, digues) et la totalité des réseaux et ouvrages d'assainissement doivent être entretenus par le service technique compétent qui aura également pour mission d'assurer le contrôle des ouvrages d'assainissement individuels et éventuellement l'entretien de ceux-ci. Tout ou partie de ces tâches pourra être sous-traité à un ou plusieurs concessionnaires ou prestataires de services.

C'est un lieu commun que de rappeler que le service technique chargé de l'entretien doit disposer de matériel spécialisé pour le curage et le nettoyage des ouvrages à ciel ouvert et enterrés, de matériel de réparation des ouvrages, d'engins de transport et liaison. Chaque localité doit être équipée d'un parc de matériel dont la taille et l'équipement sont fonction de la nature et de l'importance des ouvrages à entretenir.

Il est indispensable que dans chaque localité équipée ou non d'un réseau soient mises en place une ou plusieurs équipes d'entretien dont l'importance, la composition et les moyens sont fonction de la nature des tâches à assumer. De toutes façons, même en cas d'absence totale de réseau d'assainissement, la prise en charge des problèmes d'élimination des eaux usées, excréta et ordures ménagères est essentielle pour améliorer les conditions sanitaires et le cadre de vie des habitants.

*

* * *

Le bref exposé que nous venons de faire a mis en relief la complexité de l'entretien des systèmes d'assainissement dans le contexte africain due à la multiplicité des facteurs entrant en jeu.

Les problèmes à résoudre sont nombreux, les moyens sont limités : tel est le constat. Il ne doit pas conduire au découragement ni au statu quo. La demande des citoyens est forte dans ce domaine, les besoins sont importants, les bonnes volontés existent. Il n'y a pas d'autres solutions, pour offrir une qualité d'environnement minimale à tous, que de compter sur la participation effective des citoyens en les encadrant, en les guidant et les motivant par des actions appropriées à tous les échelons (quartier, ville, région, pays) et par tous les moyens de sensibilisation audio-visuels ou sociaux.

Il est certain que la situation économique difficile de nombreux pays (la famine devient de nouveau préocupante dans le Sahel) pousse ceux-ci à faire des choix drastiques qui écartent d'emblée des investissements dans le domaine de l'assainissement tenu comme non prioritaire. Il est donc essentiel de privilégier l'assainissement individuel et de le considérer au même titre que l'assainissement collectif comme relevant de la compétence des services publics, seuls susceptibles d'améliorer les conditions sanitaires à grande échelle.

Si l'on ne veut pas que ce séminaire reste sans lendemain, il est essentiel de décider maintenant quelles sont les actions à entreprendre en commençant par des expérimentations et des projets pilotes.

Nous proposons à la réflexion des participants les thèmes suivants que nous souhaitons voir préciser, tant dans leur contenu, que dans leurs applications pratiques :

1) Assainissement individuel

Si les systèmes sont bien connus, il y a lieu d'adapter les types aux particularités de rejet des populations, suivant leur mode de vie. Le type d'élimination des eaux usées et excréta doit être défini en fonction des contraintes géotechniques et d'urbanisme. Il est souhaitable de former, au sein des services techniques publics des agents techniques compétents en assainissement individuel et de réaliser des opérations pilotes avec l'aide des citoyens.

2) Elimination des ordures ménagères

Il convient d'expérimenter les deux types mentionnés précédemment : système moderne centralisé et système utilisant les potentialités de la population avec encadrement et incitation financière de la part des pouvoirs publics.

3) Assainissement collectif eaux usées

On envisage de comparer l'impact de la mise en place de systèmes complets de protection anti-solides, sur le fonctionnement d'un réseau séparatif. Afin de satisfaire l'autocurage, il paraît intéressant d'expérimenter un réseau séparatif eaux usées de petit diamètre (100 mm), toutes précautions étant prises pour interdire les déchets solides.

4) Aménagement des bassins versants

Recherche de l'influence du stockage temporaire de l'eau sur des parcelles encloses en fonction de la typologie de l'habitat, des caractéristiques du sol et du climat. Cette expérimentation est à conduire avec les citoyens. L'incidence du freinage du ruissellement par laminage de l'écoulement sur les toitures en terrasse est aussi à examiner.

5) Réseaux de drainage

Il s'agit de tester des ouvrages susceptibles de réduire les apports solides naturels (sables, graviers, pierres) et artificiels (ordures) dans les ouvrages enterrés et à ciel ouvert.

QUELQUES REFERENCES SUR LE RUISSELLEMENT URBAIN

EN AFRIQUE (*)

---o---

Le ruissellement urbain reste encore une notion mal maîtrisée en Afrique. Les recherches dans ce domaine sont rares et récentes. Jusqu'alors, les données utilisées étaient celles éprouvées ailleurs et qu'on a essayé d'adapter. Le présent texte tente de rassembler les documents de calcul existants en la matière et de faire l'inventaire des quelques expérimentations en Afrique.

Ce texte est également destiné à remplacer la publication du CIEH "Essai d'adaptation à l'Afrique Tropicale des méthodes classiques de calcul des débits des ouvrages d'assainissement urbain" (par LEMOINE et MICHEL - 1972).

Il comprend 3 chapitres à savoir :

- 1/ Les méthodes classiques d'estimation de l'écoulement pluvial urbain.
- 2/ Les essais d'adaptation des formules à l'Afrique.
- 3/ Les expérimentations en Afrique.

Trois annexes complètent les renseignements rassemblés, ainsi qu'une longue bibliographie.

CHAPITRE I : METHODES CLASSIQUES D'ESTIMATION DE L'ECOULEMENT PLUVIAL URBAIN

Dans cette première partie sont exposés succinctement les différents types de calculs qui sont classiquement utilisés.

La démarche progressive classique est présentée à savoir :

- les différentes étapes de l'estimation : la précipitation elle-même, le ruissellement sur le sol, la prise en compte des facteurs hydrauliques à considérer, et enfin la recherche des différentes méthodes de calcul ;

- l'estimation par les formules globales dont notamment :

- + la formule rationnelle,
- + la formule de Caquot ou formule superficielle ;

- puis un modèle mathématique, celui mis au point par l'Université de Montpellier, y est exposé ;

(*) par J.P. LAHAYE et C. PUECH, Ingénieurs au CIEH.

- des fonctions de transfert, qui utilisent des schémas reconstituant les hydrogrammes, ce qui permet de connaître l'hydrogramme résultant de plusieurs hydrogrammes unitaires.

CHAPITRE II : ESSAIS D'ADAPTATION DES FORMULES A L'AFRIQUE

Il s'agit essentiellement des travaux de LEMOINE et MICHEL réalisés en 1972 pour adapter les formules superficielle et rationnelle, ainsi que d'autres adaptations locales qui ont été réalisées ailleurs.

1. Adaptation de la formule de Caquot

LEMOINE et MICHEL ont critiqué chacun des paramètres entrant dans la formule générale notamment :

- le coefficient d'abattement qu'ils ont reconsidéré,
 - l'influence de l'allongement du bassin à laquelle ils ont apporté des précisions,
 - le temps de concentration qu'ils ont modifié,
 - la capacité du réseau qu'ils ont conservée,
- et l'expression générale qu'ils ont modifiée en tenant compte à la fois des paramètres de pluie et de ceux de ruissellement.

2. Adaptation de la formule rationnelle

LEMOINE et MICHEL ont essayé d'adapter la formule rationnelle en reconsidérant notamment le temps de concentration.

3. Autres formules proposées dans la région

Certaines études particulières dans la région ont permis de procéder à des adaptations, de la formule superficielle en particulier, avec des valeurs locales portant uniquement sur les coefficients pluviométriques.

Des formules anciennes et actuelles ont été mentionnées pour des zones définies en Côte-d'Ivoire, pour Niamey, pour le Sénégal, pour la zone côtière Abidjan - Cotonou, pour Yaoundé et Douala au Cameroun et Brazzaville au Congo.

CHAPITRE III : EXPERIMENTATIONS EN AFRIQUE

Les différentes formules existantes ainsi que leurs formes adaptées se doivent d'être appréciées par des expérimentations sur le terrain. Aussi des mesures expérimentales ont été entreprises dans certaines zones de l'Afrique.

Le chapitre III évoque les expérimentations réalisées :

1/ par le CIEH dans certaines capitales, notamment à Ouagadougou, Niamey, Cotonou, Bamako et Lomé. Il rappelle dans les grands traits les conditions dans lesquelles les campagnes se sont déroulées, les problèmes rencontrés ainsi que le but de ses expérimentations.

2/ ailleurs, soit dans le cadre des recherches théoriques, soit dans celui de projets d'assainissement. On y a cité notamment, les expérimentations :

- des bassins du Gounti-Yéna à Niamey (1963-1965),
- des bassins du Matélé-kélé à Brazzaville (1955-1957),
- des bassins de Mfoundi à Yaoundé (1969-1971),
- des bassins de Yopougon (1) à Abidjan (1975-1977),
- des bassins de Yopougon (2) à Abidjan (1983-1984).

Des renseignements sur les différents bassins figurent en annexe de ce document.

*

* * *

A N N E X E S

Trois annexes complètent le présent document :

Annexe 1

L'annexe 1 porte sur les coefficients de Montana.

Annexe 2

L'annexe 2 expose les caractéristiques des divers bassins versants ayant fait l'objet d'expérimentations dans la région à savoir :

- + le nom de la ville
- + le nom du bassin versant
- + la surface du bassin versant
- + la pente moyenne du bassin versant
- + la longueur du bassin versant
- + les dates des mesures
- + le type d'habitat
- + le type de sol
- + les plans de situation ainsi que les courbes, lame de ruissellement/pluie des bassins à Bamako, à Lomé, à Cotonou, à Niamey, à Ouagadougou, à Yaoundé et à Abidjan (plan de situation du bassin de Yopougon, campagne 1969-1971).

Annexe 3

L'annexe 3, en l'absence d'une normalisation des coefficients de ruissellement en Afrique, rassemble les résultats présentés dans divers rapports issus de plusieurs approches notamment :

+ des coefficients élémentaires à partir desquels devra être estimé le coefficient de la surface considérée par pondération des coefficients des différentes surfaces élémentaires ;

+ des coefficients correspondant à différents types d'urbanisation ;

+ des estimations de coefficients de ruissellement en fonction de la densité de population.
