

# Éléments de réflexion pour une approche spécifique de l'hydrologie urbaine en Afrique

Michel DESBORDES (1), Eric SERVAT (2)

## RÉSUMÉ

*Le développement très rapide et mal contrôlé de l'urbanisation africaine pose de sérieux problèmes en matière d'assainissement pluvial. En ce domaine, les concepts développés dans les pays industrialisés ne sont pas nécessairement bien adaptés techniquement, socialement et économiquement, aux modes et taux de croissance urbaine des pays africains. Une approche spécifiquement africaine passe, d'une part, par la recherche de solutions alternatives bien adaptées aux conditions socio-économiques locales et, d'autre part, par la prise en compte de l'évacuation des eaux pluviales en tant qu'élément structurant de l'espace urbain africain.*

**MOTS-CLÉS:** Hydrologie urbaine — Assainissement pluvial — Solutions techniques alternatives — Habitat «spontané» — Urbanisation africaine — Pays en développement.

## ABSTRACT

### ELEMENTS OF AN APPROACH TO URBAN HYDROLOGY IN AFRICA

*The rapid and uncontrolled growth of African urbanization gives rise to serious problems of storm drainage. In this field, the concepts developed in industrialised countries are not necessarily well adapted technically, socially and economically, to the forms and rates of urban growth in African countries. A specific African approach is, on the one hand, to search for alternative solutions well adapted to local socio-economic conditions and, on the other hand, to take storm drainage into account in the planning of African urban space.*

**KEY WORDS:** Urban hydrology — Storm drainage — Alternative technical solutions — « Spontaneous » housing — African urbanization — Developing countries.

## 1. HYDROLOGIE ET CROISSANCE URBAINE EN AFRIQUE

Une des conséquences observées du développement a été, jusqu'ici, la croissance des populations urbaines, les principaux facteurs de cette croissance ayant leurs origines dans la concentration des activités industrielles et dans la mécanisation de la production agricole.

Le phénomène de migration de population des espaces ruraux vers les agglomérations urbaines est déjà ancien dans les pays industrialisés d'Europe et d'Amérique du Nord. S'il se poursuit encore aujourd'hui, il est relativement lent. En France, lors du dernier recensement de population, on a même pu constater localement des inversions de la tendance, certaines villes voyant leur population décroître, au bénéfice de communes rurales de leur voisinage.

Dans les pays en développement, les taux de croissance urbaine sont aujourd'hui très élevés, amplifiés par la crise économique mondiale, et parfois par des catastrophes naturelles (sécheresse dans les régions du Sahel par exemple). Certaines estimations, mentionnées dans le tableau 1 ci-après (UNESCO, 1979), concluraient, ainsi, à une multiplication, entre 1970 et 2000, de la population urbaine africaine par un facteur de l'ordre de 4, correspondant à un taux moyen de croissance annuelle voisin de 5% au cours de cette période. Localement ce taux pourrait être supérieur à 10%.

(1) Maître de Conférences, Lab. d'Hydrologie Mathématique, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 34060 Montpellier Cedex.

(2) Hydrologue ORSTOM, Centre d'Adiopodoumé, 01 BP V 51, Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

TABLEAU I  
Rapport de la population urbaine en l'an 2000 à celle de 1970 (UNESCO, 1979)

Europe .....	1,5	Asie de l'Est.....	2,7
Amérique du Nord.....	1,7	Amérique latine.....	3,1
URSS.....	1,8	Asie du Sud.....	3,3
Océanie .....	1,9	Afrique.....	4,2

De tels taux de croissance entraînent des modifications brutales des espaces naturels. L'urbanisation rapide et mal contrôlée peut ainsi avoir des conséquences dommageables sur les composantes du cycle de l'eau (quantité et qualité), et donc sur la santé des individus. Plusieurs rapports de l'Organisation Mondiale de la Santé concluent, en effet, qu'environ 80% des maladies graves sont associées à l'eau.

Les concepts développés en matière d'assainissement urbain, dans les pays industrialisés, ne sont pas nécessairement bien adaptés techniquement, socialement et économiquement, aux modes et taux de croissance urbaine des pays africains, notamment dans les zones d'habitat dit «spontané».

Une réflexion comparable à celle développée pour les eaux usées doit être menée pour les eaux pluviales. Elle devrait mettre en évidence les spécificités de l'Hydrologie urbaine africaine et aboutir à des solutions qui leur soient bien adaptées.

## 2. L'ASSAINISSEMENT URBAIN DES PAYS INDUSTRIALISÉS

Initialement fondées sur un concept hygiéniste, les solutions techniques à l'assainissement urbain, mises en œuvre en Europe du début du siècle à ce jour, ont consisté en une évacuation rapide des eaux des lieux de leur production vers des points de rejet ou de traitement, généralement par l'intermédiaire de systèmes souterrains de collecte et de transport. Ce concept, associé à la séparation des eaux usées et pluviales, ainsi qu'à un niveau de protection élevé contre les risques de défaillance des ouvrages pluviaux, apparaît aujourd'hui comme une solution coûteuse dans le contexte européen, tant du point de vue des investissements que de ceux de l'entretien ou de la gestion.

Aussi, depuis une dizaine d'années, la notion de retard à l'écoulement des eaux pluviales est-elle à l'origine de nouvelles solutions techniques dites «alternatives»: bassins de retenue, chaussées poreuses, stockages à la parcelle, toitures-terrasses, dispositifs localisés d'infiltration, etc. Ces techniques peuvent avoir des effets bénéfiques, non seulement dans la réduction des débits et volumes résultant de l'urbanisation et de l'évacuation directe, mais aussi sur la qualité des rejets dans les milieux récepteurs. Leur essor, encore relatif, est dû, en particulier, au manque de souplesse d'adaptation des systèmes d'évacuation directe face à la situation de retard en matière d'équipement d'assainissement dans laquelle se sont trouvées (ou se trouvent encore) la majorité des agglomérations européennes. Cette situation a été généralement le résultat d'une croissance rapide au cours des trente dernières années, mais aussi, sans doute, d'un certain manque d'intérêt pour l'assainissement.

Au demeurant, équipement de type alternatif ne signifie pas nécessairement solution moins coûteuse, en particulier si ont été mal évalués ou sous-estimés les problèmes de gestion et d'entretien de cet équipement. C'est ainsi que pour limiter d'éventuels surcoûts d'exploitation, la conception des dispositifs d'infiltration des eaux pluviales, actuellement testés dans certaines villes du Japon, a été accompagnée de la conception des techniques et du matériel d'entretien de ces dispositifs (FUJITA, 1984).

Dans les pays industrialisés, l'émergence de solutions dites «alternatives», résulte certes de l'importance économique croissante des équipements d'assainissement, mais aussi d'un important effort de recherche en Hydrologie urbaine, qu'il s'agisse des aspects physiques ou socio-économiques du cycle de l'eau en milieu urbain. Les confrontations des recherches internationales sont d'ailleurs récentes puisque la première a en effet eu lieu en 1978 à Southampton (HELIWELL, 1978).

## 3. L'ASSAINISSEMENT URBAIN EN AFRIQUE

La totalité des villes africaines est également dans une situation de retard en matière d'équipement d'assainissement. Cette situation est aggravée par les taux de croissance très élevés d'une urbanisation mal maîtrisée, sur des superficies parfois très étendues. Même dans l'hypothèse la plus favorable d'une croissance limitée et contrôlée, il serait difficile-

ment envisageable de réaliser des réseaux classiques d'évacuation pour le devenir à moyen et long terme de ces agglomérations. Il s'agirait là d'opérations particulièrement coûteuses, aboutissant à des ouvrages surdimensionnés, au fonctionnement hydraulique initial souvent très défavorable, générant en retour de sérieux problèmes d'entretien (envasement) associés à d'éventuelles nuisances sanitaires. En cas de croissance mal maîtrisée, le manque de souplesse de ces solutions techniques pourrait alors induire des nuisances plus sérieuses, sur le plan de l'hygiène notamment.

Il conviendrait donc de chercher à développer des solutions techniques plus conformes aux modes de croissance et aux conditions socio-économiques du développement urbain africain. Fort de l'expérience des pays industrialisés on peut penser à des techniques agissant de façon plus localisée et susceptibles de s'adapter à l'évolution de l'urbanisation. Cependant, les solutions alternatives évoquées plus haut ne sont pas nécessairement transférables, et une réflexion devrait être conduite en vue de rechercher des solutions spécifiques. Ces solutions devraient, à notre avis, répondre à un certain nombre de conditions :

- a. Ne pas être contraignantes pour l'utilisateur;
- b. Être de mise en œuvre facile et rapide (c'est à ce niveau que devrait se manifester leur souplesse d'adaptation à un environnement socio-économique évolutif);
- c. Ne pas être l'origine de nouvelles nuisances (notamment sur le plan sanitaire);
- d. Ne pas nécessiter d'importations coûteuses de matériels ou de matériaux, voire, au contraire, favoriser un certain développement économique local;
- e. Ne pas apparaître comme des techniques «au rabais» mais bien comme des solutions spécifiques, mieux adaptées que d'autres conçues et développées dans des contextes socio-économiques et climatiques très différents.

S'agissant de l'assainissement pluvial, on peut d'ores et déjà avancer diverses propositions. L'expérience européenne a montré que l'évacuation des eaux pluviales par des réseaux classiques, considérée comme une simple technique d'équipement à l'aval des études d'urbanisme, conduisait à des investissements très lourds. Dans certains contextes socio-économiques urbains, l'assainissement pluvial pourrait donc être un des éléments déterminants et structurants de l'organisation de l'espace urbain. C'est ainsi, par exemple, que la voirie urbaine peut être conçue comme un vecteur principal d'évacuation du ruissellement pluvial. Ce concept est développé dans certains pays anglo-saxons. Il conduit à la mise en œuvre :

- d'un système dit «mineur» d'évacuation classique, souterraine ou superficielle, des ruissellements les plus fréquents (période de retour inférieure à 2 à 5 ans en général);
- d'un système dit «majeur» d'évacuation par la voirie elle-même des ruissellements les plus rares (fréquence cinquantennale à centennale).

HEBERLING (1985) a ainsi décrit trois possibilités de mise en place d'une voirie également destinée à l'évacuation des eaux pluviales. La plus intéressante serait celle consistant à réaliser un tracé des rues en biais par rapport aux courbes de niveau, de façon à ce que l'eau puisse être évacuée latéralement à la zone drainée. (On réduit ainsi les vitesses d'écoulement en surface).

De même, dans une étude relative à l'assainissement pluvial d'un quartier de la ville de Tahoua (Niger), SCHULZ-EHLBECK et MAIKIBI (1985) se sont-ils penchés sur la technique des rues pavées drainantes. Comparativement à un assainissement classique par le biais de collecteurs, cette solution alternative présente de nombreux avantages :

- l'exécution n'exige ni personnel spécialisé ni engins lourds de terrassement;
- les travaux d'entretien sont limités à des réajustements, ou des remplacements de pavés;
- les matériaux de construction des pavés ne sont pas importés;
- la main d'œuvre est recrutée localement;
- cette technique est en outre moins coûteuse, tant en investissement qu'en fonctionnement, qu'un système d'assainissement classique par collecteurs, qui est en outre source de nombreuses nuisances (déversement d'eaux usées, de déchets,...) lorsque son rôle a été mal perçu par les riverains. Elle est, a fortiori, encore moins coûteuse que l'ensemble constitué par un système d'assainissement et une voirie classique.

Cette solution nous semble répondre tout à fait aux conditions énoncées plus haut. En particulier, la technique des voiries pavées ne saurait être considérée comme une technique «au rabais». Bien au contraire, il pourrait s'agir d'une solution très intéressante pour certaines formes d'urbanisation des agglomérations des pays industrialisés, si elle ne devait généralement conduire à des investissements trop lourds, compte tenu des conditions socio-économiques actuelles de ces pays.

De même, l'utilisation de bassins de rétention et d'infiltration a-t-elle été étudiée par HERZ (1985), dans la région du Sahel, pour trois niveaux d'implantation: la parcelle, le groupe d'habitation, le bassin de grande taille extérieur aux quartiers habités. Dans le cas du Schéma Directeur d'Urbanisme de la ville de Zinder (Niger), HERZ et HEBERLING (1981) avaient d'ailleurs déjà proposé un système de bassins de rétention ayant pour objectif, non seulement de limiter l'importance des ouvrages classiques d'évacuation, mais également de ralentir l'écoulement et de diminuer les dégâts

qu'il peut occasionner. Là encore, de tels systèmes apparaissent comme des éléments déterminants de l'occupation des sols: pour être efficaces leurs emplacements doivent être fixés en préalable à tout développement de l'urbanisation.

Parallèlement à la recherche de solutions techniques spécifiques, une réflexion devrait être développée sur la notion de risque de défaillance des ouvrages pluviaux. En France, par exemple, le recours à la classique protection décennale relève bien davantage de la tradition culturelle ou juridique que d'une analyse technico-économique de l'opportunité de ce niveau de protection. Il ne saurait donc être transféré sans discernement au cas africain dans des contextes climatiques et socio-économiques parfois très différents. Le choix réfléchi d'un niveau de protection pourrait être un facteur déterminant du choix d'une solution technique, mais également un élément de structuration de l'espace urbain et du mode d'occupation des sols (au moins dans les zones d'extension urbaine).

Dans le cas particulier, et cependant omniprésent, de l'habitat dit «spontané», caractérisé par un développement plus ou moins anarchique et très rapide, les solutions ne sauraient être, à notre avis, que très localisées (actions à la parcelle) et tout aussi provisoires que ce type d'habitat.

Il nous semble également important de sensibiliser les populations aux divers problèmes posés par l'évacuation des eaux pluviales, et aux rôles joués par les équipements de contrôle de ces eaux (bassins, canaux, puits d'infiltrations, etc.). Des programmes éducatifs, comparables à ceux développés en matière d'hygiène et de santé, pourraient permettre la prise en compte, par les habitants de ces quartiers, des conséquences du ruissellement pluvial. Il pourraient également contribuer, non seulement à une réduction des dégâts et nuisances résultant des eaux pluviales, mais aussi à une certaine organisation de l'habitat «spontané» en fonction de ce type de problème, facilitant des aménagements ultérieurs. Ces observations pourraient d'ailleurs être également mises à profit dans les pays industrialisés, les migrations de populations, non instruites des spécificités locales, ayant, par exemple, souvent conduit au développement de l'urbanisation dans les zones inondables!...

#### 4. CONCLUSIONS

L'Hydrologie urbaine, et plus particulièrement l'évacuation des eaux pluviales, devrait, à notre avis, jouer un rôle déterminant dans la structuration du développement urbain africain. Les techniques classiques de réseaux de collecte et de transport nous semblent souvent mal adaptées aux modes de croissance des agglomérations. Si les techniques «alternatives» développées actuellement dans les pays industrialisés peuvent servir de références, il nous semble également indispensable d'engager des recherches visant à définir les solutions les mieux adaptées aux conditions socio-économiques des pays africains. Ces recherches passent initialement par la mise en place d'«observatoires» spécifiques, destinés à améliorer les connaissances des processus hydrologiques des agglomérations africaines et de leurs conséquences socio-économiques. C'est dans ce but qu'est développé, en collaboration avec le CIEH (1) de Ouagadougou (Burkina-Faso), un programme d'étude du ruissellement pluvial urbain dont les premières actions concernent la connaissance des mécanismes du ruissellement, en fonction des types d'habitat (BOUVIER, 1986).

*Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 16 février 1988*

#### BIBLIOGRAPHIE

- BOUVIER (C.), 1986. — Modélisation de la relation pluie-débit en milieu urbain tropical. *In: L'eau, la ville et le développement* (Colloque Marseille, 9-11 juin 1986), Institut des Sciences et des Techniques de l'Équipement et de l'Environnement pour le Développement: 73-78.
- FUJITA (S.), 1984. — Experimental sewers system for reduction of urban storm runoff. *In: Proceedings of the third International Conference on Urban Storm Drainage*, vol. 3, 1211-1220, Chalmers University. Göteborg, Sweden.
- HEBERLING (G.), 1985. — Urbanisme et évacuation des eaux pluviales. Actes du Séminaire International sur l'assainissement pluvial urbain en Afrique de l'Ouest et du Centre. 20-25 mai, Niamey, Niger. Publication du CIEH Ouagadougou. Burkina Faso: 123-137.

(1) Comité Inter-africain d'Études Hydrauliques.

- HELIWELL (P.R.), 1978. — Urban Storm Drainage. Proceedings of the first International Conference on Urban Storm Drainage. University of Southampton. U.K.
- HERZ (R.), 1985. — L'évacuation des eaux pluviales par bassins de rétention et d'infiltration. Actes du Séminaire International sur l'assainissement pluvial urbain en Afrique de l'Ouest et du Centre. 20-25 mai, Niamey, Niger. Publication du CIEH Ouagadougou. Burkina Faso: 110-123.
- HERZ (R.), HEBERLING (G.), 1981. — Schéma directeur d'urbanisme pour la ville de Zinder. Département des études hydrauliques. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niamey, Niger.
- SCHULZ-EHLBECK (G.), MAIKIBI (M.), 1985. — Etude comparative de deux systèmes alternatifs de drainage des eaux pluviales appliqués à un nouveau quartier de la ville de Tahoua (Niger). Actes du Séminaire International sur l'assainissement pluvial urbain en Afrique de l'Ouest et du Centre, 20-25 mai, Niamey, Niger. Publication du CIEH Ouagadougou. Burkina Faso: 137-153.
- UNESCO, 1979. — Socio-economic aspects of urban hydrology. Studies and reports in Hydrology, The UNESCO Press, Paris.