

COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES

CIEH

**Convention FAC
223/C/DPL/86/160**

**RAPPORT DES ACTIVITES REALISEES DANS LE CADRE DE
LA CONVENTION D'ETUDE DU RUISSELLEMENT URBAIN.**

C. BOUVIER

**ORSTOM
Institut Français de Recherche
Scientifique pour le Développement
en Coopération**

**Université des Sciences et Techniques
du Languedoc
Laboratoire d'Hydrologie Mathématique**

Septembre 1988

SOMMAIRE	Page
AVANT PROPOS	1
I. TRAVAUX PORTANT SUR LA DESCRIPTION DU MILIEU	3
I-1. <u>Les données hydro-pluviométriques recueillies sur bassin versant</u>	3
I-1.1. Saisie des données	3
I-1.2. Critique des données	3
I-2. <u>Les précipitations</u>	3
I-2.1. Saisie de données	3
I-2.2. Analyse des averses	4
I-3. <u>L'urbanisation et l'occupation du sol</u>	4
I-4. <u>Les pertes à l'écoulement</u>	4
II. TRAVAUX PORTANT SUR LA MODELISATION	6
III. ACTIVITES CONNEXES	7
III.1. <u>Mesures du ruissellement. Niamey 1987</u>	7
III.2. <u>Valorisation des travaux</u>	7
III.3. <u>Reflexion portant sur la seconde phase de l'étude</u>	7
CONCLUSION	8

AVANT-PROPOS

Un programme d'étude du ruissellement des eaux pluviales en milieu africain a fait l'objet, le 9 juin 1987, de la signature d'une convention passée entre :

- Le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH)
- l'Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération (ORSTOM),
- le Laboratoire d'Hydrologie Mathématique de l'université de Montpellier (LHM),

Ce programme comporte 3 phases successives :

- le premier est consacré à l'étude de la relation pluie-débit en milieu urbain africain, à partir de données recueillies dans 6 villes africaines (Niamey, Ouagadougou, Bamako, Lomé, Cotonou et Yopougon),
- la seconde est consacrée à la promotion de techniques d'assainissement dites "alternatives",
- la troisième est consacrée à la simulation du fonctionnement des ouvrages pour déterminer les meilleures conditions d'assainissement.

La nature, le déroulement et le coût des travaux relatifs à la réalisation du programme sont définis pour chacune des 3 phases par des avenants à la Convention. Actuellement, seule la première phase du programme est en cours de réalisation, et a fait l'objet de la signature de l'avenant n°1 à la Convention, référencée par le contrat FAC n°223/C/DPL/86/160.

L'article n°3 de cet avenant stipule qu'un rapport d'activités rendant compte de l'avancement des travaux doit être remis au CIEH à la fin de la première année.

L'article n°2 de cet avenant précise le contenu de l'étude concernant la phase n°1 du programme dans les termes suivants :

"Les observations de ruissellement urbain effectuées de :

1977 à 1979 sur la ville de Ouagadougou
1978 à 1980 sur la ville de Niamey
1977 à 1979 sur la ville de Lomé
1978 à 1979 sur la ville de Cotonou
1978 à 1980, 1982, 1984 sur la ville de Bamako
1983 à 1984 sur la ville de Yopougon

feront l'objet d'un rapport de synthèse, qui rassemblera les points suivants :

- réflexions concernant les méthodes de calcul de dimensionnement des ouvrages d'assainissement.
- analyse des données hydropluviométriques, topographiques, typologiques de l'habitat et de la nature des sols :
 - . critique des données
 - . constitution de fichiers opérationnels,
 - . étude de la relation type d'habitat-pourcentage de surfaces perméables.
- modélisation :
 - . paramétrisation des fonctions de production et de transfert,

- . calage des paramètres et interprétation physique :
 - * infiltration, rétention superficielle, ...
 - * vitesse de l'écoulement, ...
 - . contrôle des valeurs obtenues pour les paramètres, notamment mesures in situ à l'aide de minisimulateur de pluie.
- synthèse
- . critique de l'adéquation des facteurs hydroclimatiques et typologiques pris en compte.
 - . essais de traitement statistique régional de l'information pluviométrique.
 - . critique de l'adéquation des fonctions du ou des modèles.
 - . critique de l'interprétation physique des paramètres du ou des modèles.
- conclusions portant notamment sur la poursuite éventuelle des mesures."

Ces différents thèmes peuvent être résumés par deux aspects principaux constitués l'un par la connaissance du milieu et l'autre par les travaux de modélisation proprements dits.

On trouvera donc dans ce qui suit la description de l'état d'avancement des travaux concernant ces deux aspects.

I. TRAVAUX PORTANT SUR LA DESCRIPTION DU MILIEU

I.1. Les données hydro-pluviométriques recueillies sur bassin versant

I.1.1. Saisie des données

La constitution de fichiers opérationnels a nécessité la saisie de toutes les données hydrométriques et pluviométriques recueillies sur les bassins versants étudiés dans le cadre de la convention.

Les données relatives aux bassins de Niamey, Ouagadougou et Bamako ont été saisies au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier, par C. DIEULIN et N. ROUCHE.

Les données élaborées aux bassins de Lomé et Cotonou, saisies initialement au centre ORSTOM de Lomé sous un format HP ont été transformées par la société FLOPPYLOG. et nous avons pu ainsi récupérer des fichiers exploitables sous le standard IBM.

Les données relatives aux bassins de Yopougon avaient déjà été saisies au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier, dans le cadre de la thèse de D. SIGHOMNOU.

I.1.2. Critique des données.

La critique des données saisies a été réalisée au laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier.

Cette critique s'appuie :

- d'abord sur des commentaires figurant dans les rapports de campagne ou de synthèse,
- ensuite sur la comparaison des caractéristiques (lame ruisselée, coefficient de ruissellement, débit de pointe de crue par exemple), des événements averse-crue individualisés, sur un bassin donné, ou éventuellement sur plusieurs bassins suffisamment proches et semblables. Ces caractéristiques ont été calculées par le logiciel EXCAR, élaboré par C. BOUVIER pour les besoins de l'étude.

Ces travaux ont conduit aux publications d'un recueil des données dont la qualité est commentée (BOUVIER, 1988b), et d'une notice détaillée du logiciel EXCAR (BOUVIER, 1988a).

I.2. Les précipitations

I.2.1. Saisie des données.

Pour compléter les chroniques d'enregistrements pluviographiques des postes "longue durée" déjà saisies à l'occasion d'études précédentes (Ouagadougou Aéro. Niamey Aéro. Adiopodoumé), nous avons fait procéder à la saisie des enregistrements pluviographiques des postes de :

- Bamako Aéro de 1967 à 1973.
- Lomé ORSTOM de 1976 à 1985 (la période 1962 à 1975 ayant déjà été saisi antérieurement).
- Cotonou Aéro de 1976 à 1985.

I.2.2. Analyse des averses.

L'analyse des averses a été réalisée dans un triple but :

- décrire plus précisément d'une façon statistique les principales caractéristiques d'averses qui sont hauteur, durée, indice des précipitations antérieures, position du maximum d'intensité de pluie, indices de forme d'averses etc...
- déterminer pour ces caractéristiques d'éventuelles analogies régionales en vue de transposer les résultats de l'analyse statistique en tout point de la région.
- déterminer la représentativité des averses enregistrées sur bassins versants par comparaison des distributions de leurs caractéristiques avec celles calculées à partir des postes "longue durée".

Ces travaux ont été engagés par M. N'DOYE, stagiaire sénégalais à l'ORSTOM, sous la responsabilité de C. BOUVIER et ont fait l'objet de la publication d'un rapport de Maîtrise (N'DOYE, 1988).

I.3. L'urbanisation et l'occupation des sols

Nous avons défini une méthodologie de détermination du coefficient d'occupation des sols adaptée en milieu urbain africain. Cette méthodologie concerne :

- la classification des surfaces agissant sur le ruissellement et l'identification de ces surfaces : des critères pertinents ont ainsi pu être dégagés et comparés à une typologie plus classique de l'urbanisation fondée sur des caractères sociaux, économiques et culturels.
- la mise au point d'une méthode numérique de calcul des coefficients des sols : les difficultés de calcul des coefficients des sols sont liées à la qualité du document disponible et au fonctionnement de diverses méthodes de dépouillement. Nous avons développé une méthode de calcul basée sur le sondage statistique à partir de photographies aériennes : cette méthode présente un bon compromis entre précision des résultats et facilité de mise en oeuvre. Nous l'avons utilisée pour calculer les coefficients d'occupation des sols dont les valeurs ne présentaient pas de garanties de qualité suffisantes.

Ces travaux ont bénéficiés du concours de B. THEBE et ont fait l'objet de la parution d'un rapport en Septembre 1988 (BOUVIER C., THEBE B., 1988).

I.4. Les pertes à l'écoulement

L'importance des intensités des précipitations, la forte proportion et la répartition des surfaces naturelles en milieu urbain africain font que ces surfaces naturelles doivent être prises en compte dans le calcul de ruissellement et du débit de pointe de crue, et que les mécanismes d'infiltration revêtent une importance particulière.

Ces mécanismes ont été étudiés à l'occasion de 4 campagnes de mesures sous pluies simulées réalisées par l'ORSTOM :

- à Niamey en Avril 1986, avec le concours de R. GATHELIER et A. GIODA.
- à Ouagadougou en Avril 1987, avec le concours de J.M. DELFIEU et J.L. JANEAU.
- à Lomé en Mars 1987, avec le concours de J.L. JANEAU, P. MAILHAC, L. SEGUIS et A. SMAOUI.

- à Yopougon en Mars 1987, avec le concours de M. BERTHELOT et J.L. JANEAU.

Chacune de ces campagnes a donné lieu à la publication d'un rapport rédigé par C. BOUVIER (BOUVIER et al., 1986, 1987 a, b et c), et l'ensemble a fait l'objet de la publication d'un rapport de synthèse (BOUVIER C., JANEAU J.L., 1988).

II - TRAVAUX PORTANT SUR LA MODELISATION DE LA RELATION PLUIE-DEBIT

Les réflexions engagées au sujet de la modélisation de la relation pluie-débit en milieu urbain africain ont conduit à adopter plusieurs points de vue résumés par :

- l'utilisation des formules classiques, type Caquot
- l'utilisation d'un modèle inspiré des travaux de L. LE BARBE.
- L'utilisation d'un modèle inspiré des travaux de M. DESBORDES.

Les deux premiers ont déjà été testés et des conclusions partielles figurent dans des communications présentées à Marseille (BOUVIER, 1986) et à Duisburg (BOUVIER, 1988).

Ces différents types de modèles doivent bénéficier de nombreux aménagements, conséquence d'une meilleure connaissance du milieu acquis à l'occasion des travaux présentés dans les paragraphes 1, 2, 3 et 4 : les travaux de l'année à venir seront principalement consacrés à la mise au point d'un modèle satisfaisant.

III. ACTIVITES CONNEXES

III. 1. Mesure de Ruissellement. Niamey 1987

Une campagne de mesures de ruissellement supplémentaire a été réalisée en saison des pluies 1987. Deux nouveaux bassins ont été équipés et les résultats obtenus ont fait l'objet de la parution d'un rapport de campagne (BOUVIER, GUIGUEN et PEPIN, 1988).

III. 2. Valorisation des travaux

Dans le cadre de la valorisation des recherches en cours, trois communications ont été faites sur le thème de la modélisation de la relation pluie-débit en milieu urbain africain. Deux d'entre elles figurent dans les proceedings des colloques correspondants :

- ISTED Marseille - 9 au 11 juin 1986 - "L'eau dans la Ville" (BOUVIER, 1986).
- UNESCO Duisbourg (RFA) - 24 au 29 avril 1988 - "Urban Water 1988" (BOUVIER, 1988).

La troisième a été présentée à Lausanne (Suisse), lors de la 4ème Conférence Internationale d'Hydrologie Urbaine, dans le cadre d'un séminaire consacré aux problèmes des PVD.

III.3. Reflexions portant sur la seconde phase des travaux

Les activités relatives à la deuxième phase du programme d'étude doivent être consacrées à la promotion de techniques d'assainissement dites "alternatives".

Une réflexion préliminaire concernant ces activités a été engagée par la tenue à Montpellier de deux réunions, le 2 mai 1988 et le 29 juin 1988, entre les différentes équipes de l'ORSTOM et du LHM intéressées par le thème de "l'Eau dans la Ville".

Les conclusions de ces réunions ont fait l'objet de 2 compte-rendus, déjà parvenus au CIEH.

CONCLUSION

Les travaux réalisés au cours de la première moitié de l'étude définie par l'avenant n°1 de la Convention concernant le ruissellement urbain en Afrique de l'Ouest, ont principalement porté sur l'aspect connaissance du milieu. Ces travaux ont également permis d'orienter le choix du modèle, dont quelques essais de calage ont déjà été effectués sur des sites particuliers.

L'ensemble des travaux a fait l'objet des publications suivantes :

BOUVIER C. (1988a) -

"Notice de fonctionnement du logiciel EXCAR".
ORSTOM-CIEH. Collection OVNIH n°2.

BOUVIER C. (1988b) -

"Recueil de données hydro-pluviométriques sur bassins urbains d'Afrique de l'Ouest".
ORSTOM-CIEH. 26 p., 1 ann.

BOUVIER C. (1988c) -

"Concerning the experimental measurements of infiltration for the runoff modelisation of the urban watersheds in western Africa".
Proc. Colloque IHP. "Urban Water 88". Duisburg. 24 au 29 avril 1988. p. 29 à 36.

BOUVIER C., JANEAU J.L. (1988)

"Simulation des pluies en milieu urbain. Rapport de synthèse"
ORSTOM-CIEH, 56 p., 1 ann.

BOUVIER C (1986) -

"Modélisation de la relation pluie-débit maximal en milieu urbain tropical"
Proc. Colloque ISTED "L'eau, la Ville et le Développement". Marseille.

BOUVIER C., GATHELIER R., GIODA A. (1986) -

"Campagne de simulation de pluies en milieu urbain - Niamey"
ORSTOM - CIEH. 19 p., 22 tableaux, 6 figures.

BOUVIER C., BERTHELOT M., JANEAU J.L. (1987a) -

"Campagne de simulation de pluies en milieu urbain - Yopougon"
ORSTOM - CIEH. 16 p., 31 tableaux, 18 figures, 1 annexe.

BOUVIER C., DELFIEU J.M., JANEAU J.L. (1987b) -

"Campagne de simulation de pluies en milieu urbain - Ouagadougou"
ORSTOM - CIEH. 16 p., 31 tableaux, 17 figures, 1 annexe.

BOUVIER C., MAILLAC P., SEGUIS L., SMAOUI A., JANEAU J.L. (1987c) -

"Campagne de simulation de pluies en milieu urbain - Lomé"
ORSTOM - CIEH. 20 p., 34 tableaux, 22 figures, 1 annexe.

BOUVIER C., THEBE B. (1988) -

"Urbanisation et occupation des sols dans les villes d'Afrique de l'Ouest".
ORSTOM - CIEH.

BOUVIER C., GUIGUEN N., PEPIN Y. (1988) -

"Les bassins urbains de Niamey - Campagne 1987".
ORSTOM - CIEH - 25 p., 11 tab., 21 fig., 6 ann.

Les travaux prévus au cours de la seconde moitié de l'étude définie par l'avenant n°1 à la Convention concernant le ruissellement urbain en Afrique de l'Ouest, vont désormais porter plus particulièrement sur la mise au point des modèles de transformation pluie-débit.