



GOUTTES
et
SPLASH



© MOROILLO

Bulletin du Groupe Méthodologique de Simulation de Pluie

(N° 1 a 1000)

volume 4: n°1
mai 1987

SOMMAIRE

Intérêt de campagnes de mesure de ruissellement sous pluies simulées pour la mise au point d'un modèle de ruissellement urbain (C.BOUVIER)	B.24642 ex.1	1
La simulation de ruissellement: un nouveau protocole expérimental (O.PLANCHON et J.L. JANEAU)	B.24643 ex.1	5
Une méthode de caractérisation, en zone aride et semi-aride, des états des surfaces élémentaires (1 m ²) soumises à des averses contrôlées. (J.ASSELIN, A. M'TIMET, R.PONTANIER, J.CLERY)	B.24644 ex.1	13

INTERET DE CAMPAGNES DE MESURE DE RUISSellement SOUS PLUIES SIMULEES POUR LA MISE AU POINT D'UN MODELE DE RUISSellement URBAIN.

Introduction :

Récemment se sont déroulées à NIAMEY, ABIDJAN, LOME et OUAGANOUGOU quatre campagnes de mesures de ruissellement sous pluies simulées en milieu urbain. Précisons tout de suite que les sites que nous avons expérimentés en milieu urbain sont constitués par l'ensemble des surfaces non revêtues : on nous concèdera que le ruissellement sur goudron ou sur toute surface bâtie voisine 100 % sans en appeler au verdict du simulateur de pluie (ce qui soulagera le matériel !).

En hydrologie urbaine, l'évaluation du débit de pointe de crue se fait la plupart du temps en ne considérant que l'influence des surfaces imperméables du bassin. Or, les spécificités de l'urbanisation africaine n'autorisent généralement pas cette hypothèse, et un modèle de ruissellement urbain adapté aux normes africaines se doit de prendre en compte l'influence des surfaces perméables sur le ruissellement.

Compte tenu de la dualité surfaces imperméables/surfaces non revêtues, il ne saurait être question d'exploiter les mesures de ruissellement sur parcelle afin d'en extrapoler les résultats à l'échelle du bassin.

.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire 83 M
n° : 24642 ex.1 à 24644 ex.1
pte : B B

Les résultats des expériences ont seulement pour but de fournir une évaluation des mécanismes d'infiltration, qui interviennent de façon conceptuelle dans la fonction de production d'un modèle de ruissellement urbain, tenant compte par ailleurs d'autres paramètres tels que le type d'habitat, le stockage de l'eau etc...

Ce modèle est actuellement mis au point à partir d'une synthèse des mesures de ruissellement sur bassins effectuées par l'ORSTOM dans les quatre villes précédemment citées, auxquelles s'ajoutent BAMAKO et COTONOU.

I. CHOIX DU PROTOCOLE

Compte tenu de nos motivations, nous nous sommes orientés vers un protocole défini pour répondre aux questions suivantes concernant les mécanismes d'infiltration :

1) quelle est l'évolution de l'intensité d'infiltration au cours du temps et au bout de combien de temps le régime permanent est-il atteint ?

2) quelle est l'influence de l'intensité de la pluie sur l'intensité d'infiltration ?

3) quelle est l'influence de l'humidité du sol sur l'intensité d'infiltration ?

La première question nous a conduit à simuler des pluies d'intensité constante, de durée voisine de une heure. Les premières conclusions obtenues ont permis d'envisager des variations d'intensité de pluie, répondant ainsi à la deuxième question.

Quant au troisième point, partant de l'hypothèse que, pour les sols rencontrés en milieu urbain, les conditions de ruissellement sont peu sensibles au degré d'humidité des sols, nous avons procédé pour chaque parcelle, à au moins une mesure de ruissellement sur sol sec et une sur sol très humide. Cette façon de faire s'est traduite par une succession de pluies séparées par des temps de ressuyage relativement courts réalisés sur un même site et permet de réduire :

- a) les déplacements de l'appareil, toujours délicats en ville,
- b) la durée de la campagne de façon générale.

Plus précisément, le protocole peut être résumé ainsi, pour une parcelle donnée :

jour n° 1 matin	pluie n° 1 40 mm/h pendant 1 heure
jour n° 1 après-midi	pluie n° 2 40 mm/h pendant 30 minutes 120 mm/h pendant 15 minutes 40 mm/h pendant 15 minutes
jour n° 2 matin	pluie n° 3 40 mm/h pendant 30 minutes 120 mm/h pendant 15 minutes 80 mm/h pendant 15 minutes 40 mm/h pendant 15 minutes.

Chaque pluie est précédée et suivie d'un étalonnage de contrôle des intensités de pluie.

A la fin de chaque pluie, nous avons procédé à une pluie secondaire très courte, survenant moins de dix minutes après la fin de la pluie principale. Nous détaillerons l'utilité de cette deuxième pluie dans le paragraphe 3.

D'autre part, pour établir un pont entre la séquence type précédemment décrite et les conditions naturelles rencontrées en saison des pluies, nous nous sommes efforcés d'effectuer un suivi plus long pour une des parcelles (trois pluies supplémentaires espacées de trois jours et une semaine, la première survenant sur un sol sec).

II. CHOIX DES PARCELLES

Les parcelles ont évidemment été choisies en fonction des différents états de surface représentés sur le bassin. Les bassins urbains étant souvent de très faible superficie, la nature du sol y est généralement homogène : les distinctions s'établissent principalement en fonction des états de surface et des organisations superficielles du sol parmi lesquelles il est intéressant de citer :

- l'existence d'un couvert végétal important (cas des bassins de YOPOUGON notamment),
- la superposition d'un horizon supérieur rapporté (généralement latéritique) sur le sol naturel. Ce type de profil est très fréquemment rencontré en milieu urbain (chaussées, travaux de terrassement divers),
- la présence de pellicules plasmiques, également très courante, compte tenu du caractère sablo-argileux de la plupart des bassins étudiés.

Le nombre des parcelles étudiées a été fixé à six par ville ; chaque emplacement choisi a fait l'objet d'une description détaillée complétée par la méthode préconisée par C. VALENTIN. Les parcelles ont également fait l'objet d'une analyse granulométrique sur les cinq premiers centimètres du sol, et d'une couverture photographique consacrée à l'aspect général de la parcelle avant et après la pluie, d'une part, à des vues du profil pédologique (sur les dix premiers centimètres et sur les cinquante premiers centimètres) d'autre part.

III. INTERPRETATION DES MESURES

Les conclusions des études portent principalement sur :

- l'aptitude au ruissellement de chaque parcelle,
- l'influence de l'intensité de la pluie sur l'intensité d'infiltration,
- l'influence de l'état d'humectation du sol sur l'intensité d'infiltration.

Ainsi, à NIAMEY, malgré quelques différences concernant les profils pédologiques des parcelles, les mesures de ruissellement sont remarquablement homogènes, pour un état d'humectation du sol donné. Nous avons par ailleurs pu observer que :

- le ruissellement était très important sur les surfaces naturelles de ces bassins : plus de 60 % sur sol sec et plus de 80 % sur sol très humide,
- l'intensité de la pluie n'exerçait pas d'influence significative sur l'intensité d'infiltration.

Nous avons finalement retenu deux expressions synthétiques des mécanismes de l'infiltration, (une expression par état d'humectation extrême, sec ou humide) valables pour l'intégralité des trois bassins urbains de NIAMEY étudiés par l'ORSTOM de 1978 à 1980.

Cependant, il faut remarquer que ces valeurs, obtenues en soustrayant les intensités de ruissellement aux intensités de pluie ne représentent effectivement des intensités d'infiltration qu'en régime permanent, après que le remplissage des dépressions (volume stocké S) soit achevé et que la lame d'eau en mouvement à la surface de la parcelle soit stabilisée (détention mobilisable superficielle Dm). Si cette approche est satisfaisante dans l'optique d'étudier la modélisation de la relation pluie-débit, certains utilisateurs peuvent s'intéresser à une analyse fine et individualisée des mécanismes d'infiltration. C'est dans ce but que nous avons mis au point la méthodologie suivante, permettant d'évaluer pour chaque pluie S et Dm :

en supposant qu'à l'arrêt d'une pluie, l'intensité d'infiltration reste égale à Fn pendant un temps assez court, on procède à une deuxième pluie dès que la vidange de la parcelle et des flaques superficielles consécutives à la première pluie sont terminées. On arrête cette deuxième pluie dès que le régime permanent est atteint (une dizaine de minutes).

L'écriture du bilan hydrologique de la parcelle à la fin de la deuxième pluie (tf) permet d'obtenir l'expression de S + Dm :

$$S + Dm = \int_0^{tf} (I_p - R) (t) dt - F_n \cdot tf$$

expression approchée par excès en raison du temps de transfert de l'écoulement. D'autre part, Dm est bornée par les valeurs Dr et Dr + Fn.tr, (ou Dr et tr sont respectivement la détention superficielle récupérable et le temps de vidange de la Dr), fourchette très étroite dès que Fn est petit. Les évaluations ainsi faites de Dm et S peuvent constituer le point de départ d'une interprétation individualisée des mécanismes d'infiltration et

d'une modélisation appropriée (Horton, Philip).

CONCLUSION : De l'utilisation du simulateur de pluies en milieu urbain

Les travaux de modélisation de la relation pluie-débit en milieu urbain africain portent sur les deux principaux points :

- aptitude du modèle à reconstituer avec précision l'hydrogramme complet de la crue : ceci consiste à définir une paramétrisation adéquate de la fonction de production et de la fonction de transfert du modèle. Le calage de ces fonctions fait généralement appel à des techniques numériques d'optimisation;

- aptitude du modèle à être appliqué sur un bassin quelconque : cette analyse se fonde sur les correspondances existant entre les valeurs, obtenues par calage du modèle, des paramètres introduits de façon conceptuelle et leurs valeurs "réelles" mesurées "in situ".

A ce dernier titre, il est clair que le simulateur de pluies constitue un outil très utile à la mise au point d'un tel modèle, ou, plus généralement, de tout modèle dans lequel intervient l'infiltration.

Dans une phase ultérieure, et une fois acquise la mise au point du modèle, on peut prévoir que tout problème d'assainissement posé pour un certain type d'urbanisation pourra être en partie résolu par des mesures de ruissellement effectuées sous pluies simulées, mais ceci est une autre histoire...

BIBLIOGRAPHIE

C. BOUVIER, R. GATHELIER, A. GIODA, 1986.

"Campagne de simulation des pluies en milieu urbain. NIAMEY, Avril 1986". Rapport ORSTOM, 19 pages.

C. BOUVIER, M. BERTHELOT, J.L. JANEAU, à paraître

"Campagne de simulation des pluies en milieu urbain. YOPOUGON, Mars 1987".

C. BOUVIER, P. MAILHAC, L. SEGUIS, A. SMAOUI, à paraître

"Campagne de simulation de pluies en milieu urbain. LOME, Mars 1987"

C. BOUVIER, J.M. DELFIEU, à paraître.

"Campagne de simulation de pluies en milieu urbain. OUAGADOUGOU, Mars 1987".