EXPERIMENTATION D'UNE TRANCHEE D'INFILTRATION COMME DISPOSITIF D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL INDIVIDUEL

K. WOME (1)

RESUME

Pour réduire les débits à évacuer dans les réseaux d'assainissement urbain, on peut essayer de stocker et faire s'infiltrer les eaux de pluie avant qu'elles n'atteignent le réseau. C'est dans ce cadre que le CIEH a testé en 1992 une tranchée d'infiltration dans une parcelle bâtie de Ouagadougou. L'expérience avec une fosse d'un volume total de 19,5 m³ et d'un volume utile de 6,8 m³, revenant à 160.000 F.CFA, a été un succès mais la pluviométrie de 1992 a été faible. Un calcul théorique montre en effet qu'une fosse remplie de latérite, d'un volume utile de 9 m³, est nécessaire pour stocker la pluie décennale avant son infiltration totale. L'expérience sera poursuivie en 1993 mais, d'ores et déjà, on peut penser que la méthode est intéressante pour diminuer les ruissellements et donc les dimensions des fossés d'évacuation des eaux de pluie qui posent de graves problèmes aux urbanistes.

Mots clés : Ruissellement urbain - Burkina Faso.

EXPERIMENTATION ON AN INFILTRATION TRENCH AS AN INDIVIDUAL RAIN DRAINAGE SYSTEM

ABSTRACT

One means of reducing water discharges to be evacuated in urban drainage networks is to try to store rain waters and make them filter through before reaching the drainage network. In this respect CIEH tested in 1992 an infiltration trench dug on a plot in Ouagadougou . The experiment conducted by means of a trench measuring 19.5 m³ in total volume and 6.8 m³ in useful volume and costing 160.000 CFAF turned out to be successful although rainfall in 1992 was low. A theoretical calculation demonstrates that a trench filled with laterite and measuring 9 m³ in useful volume is needed for storing decennial rain waters before they completely filter through. The experiment will be continued in 1993 but one is already inclined to believe that the method might be helpful in reducing runoffs and hence the required dimensions of rain water drainage channels which have been posing serious problems to town planners.

Key words : Urban runoff - Burkina Faso.

La conception générale des réseaux d'assainissement pluvial, fondée sur une évacuation rapide des eaux le plus loin possible des agglomérations, pose des problèmes financiers et esthétiques dus à la taille des ouvrages, fonction de la croissance des villes, conséquence du développement urbain et de l'exode rural. Il pose également le problème de l'alimentation des nappes souterraines, le développement des villes entrainant un taux d'imperméabilisation élevé.

Une nouvelle stratégie a vu le jour, fondée sur le stockage et l'infiltration des eaux de pluie, limitant ainsi les débits de ruissellement. Elle a été appliquée à une parcelle de la ville de Ouagadougou et les résultats d'une première année d'expérience sont présentés ci-après.

Présentation du projet

Dans le cadre de leur politique de l'habitat, les autorités du Burkina Faso ont initié la construction de cités à la place des quartiers spontanés qui ont été démolis pour la circonstance. Parmi ces cités, celle des «1200 logements», située du côté Est de la ville de Ouagadougou, comporte sur des parcelles de 300 m² des appartements dits des types F3 et F4 caractérisés respectivement par une surface bâtie de 70 m² environ pour le type F3 et 90 m² pour le type F4.

Comme pour presque tous les projets de ce genre, dans nos pays africains, le volet assainissement pluvial a été négligé pour des raisons financières. Il a fallu, en effet,

(1) Ingénieur de l'Hydraulique et l'Equipement Rural au CIEH.

minimiser le prix de revient des logements pour les rendre accessibles au pouvoir d'achat du citoyen moyen. Le seul ouvrage d'assainissement de la zone est un caniveau qui la traverse dans le sens de la largeur et qui est destiné à drainer les eaux pluviales de l'amont vers un marigot proche. Aussi les habitants sont-ils confrontés à la stagnation de l'eau dans les cours et dans les rues et à une très forte érosion dans le réseau naturel d'évacuation avec leurs conséquences sanitaires et sociales.

L'assainissement individuel serait la meilleure solution pour réduire les nuisances occasionnées pendant la saison des pluies. C'est dans ce but que le CIEH a mis en expérimentation une tranchée d'infiltration dans une parcelle de la cité dans le cadre du projet «Techniques alternatives en assainissement pluvial» financé par le Fonds d'Aide et de Coopération français. Cette parcelle a la particularité de retenir dans sa cour toutes les eaux de pluie sans possibilité d'évacuation à l'extérieur. La pente naturelle du terrain favorise même l'écoulement des eaux de la rue à l'intérieur de la concession. Pire, la fosse étanche des toilettes se trouve dans l'angle de plus bas niveau et est régulièrement remplie par les eaux de pluie. L'occupant essayait de corriger la pente de la cour par un remblai de latérite argileuse ce qui avait pour effet d'imperméabiliser davantage la cour et d'augmenter le ruissellement.

Réalisation de la tranchée

Le problème à résoudre pour la concession était de concevoir un ouvrage capable de contenir les eaux de la parcelle pour une pluie donnée, eaux qui doivent ensuite s'infiltrer lentement selon la capacité de percolation dans la structure du sol.

Les données de pluviométrie de la ville de Ouagadougou et des mesures d'infiltration sur la parcelle ou, à défaut, des valeurs de coefficients de ruissellement de la zone devaient servir pour le calcul de dimensionnement de l'ouvrage.

Compte tenu de l'urgence nous n'avons vraiment effectué aucun calcul de dimensionnement. Nous avons opté pour l'utilisation de la plus grande surface disponible tout en tenant compte des installations futures d'assainissement et d'équipement (fosse septique, puits perdu, garage). La figure 1 indique l'occupation de la parcelle.

La tranchée a été prévue entre le bâtiment principal et la cuisine de façon à recevoir les eaux de leurs toitures en tôle. Elle a une surface de 32,5 m^2 (13,0 x 2,5 m), une profondeur de 0,60 m (figure 2) et un volume de 19,5 m^3 qu'il faut remplir de matériaux. Le moellon latéritique, matériau local de porosité relativement importante, est le mieux indiqué pour ce remblai. Toutefois, pour la commodité de circulation, les premiers dix centimètres de surface ont été remplis de gravier de latérite de 5-10 mm. Un tuyau PVC de 150 mm de diamètre muni de petits trous a été planté verticalement et a servi de dispositif de contrôle du niveau d'eau.

La tranchée a été réalisée par une petite entreprise de bâtiment pour un montant de 160.000 FCFA.

Figure 1 : Situation de la tranchée d'infiltration

1 : bâtiment principal, 2 : cuisine, 3 : toilette, 4 : tranchée d'infiltration.

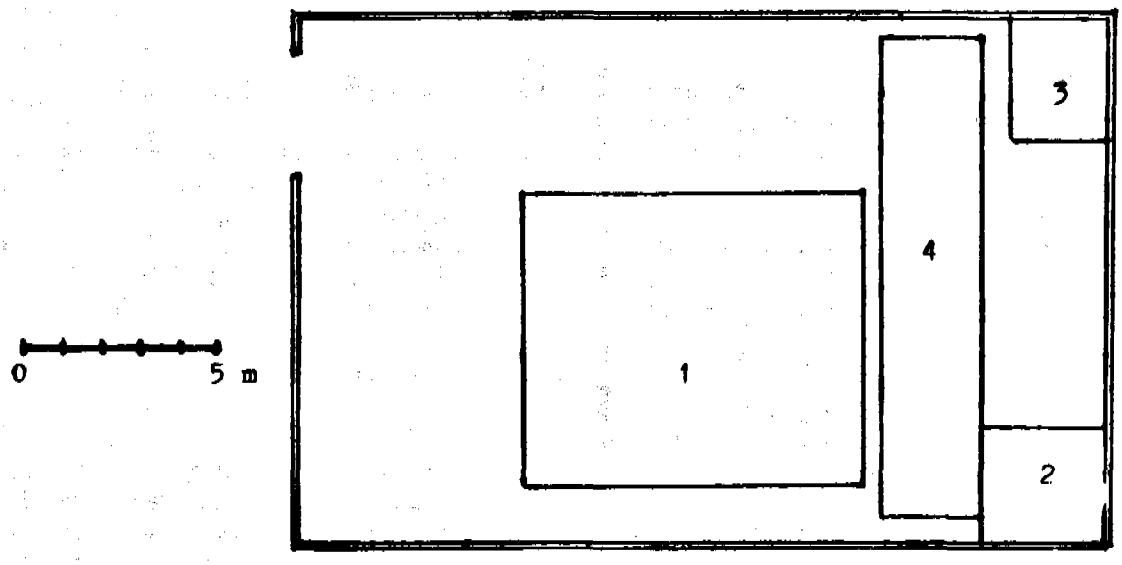
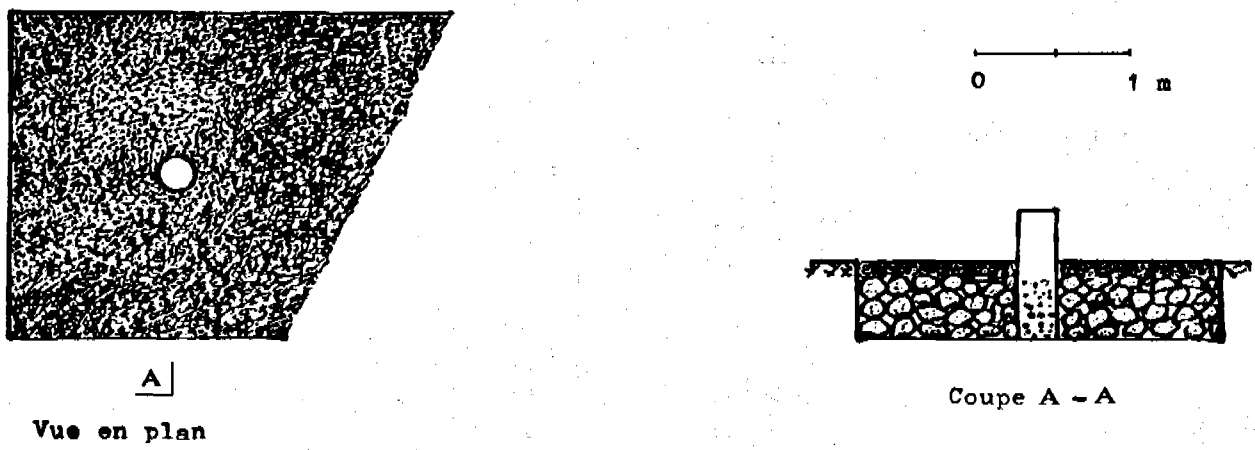


Figure 2 : Schéma de la tranchée au niveau du dispositif de mesure



Résultats de la campagne de 1992

Le principe consiste, à l'aide d'une règle graduée, à mesurer la hauteur d'eau dans la tranchée au droit du tuyau en PVC toutes les 2 minutes durant une pluie et, en cas de stockage, toutes les 30 minutes après la fin du ruissellement. Le but était d'étudier l'efficacité de l'ouvrage et d'arriver à sa modélisation en tenant compte de tous les facteurs intervenant dans le bilan en eau sur la parcelle : hauteur de pluie, infiltration, évaporation. Malheureusement, durant la campagne 1992, il n'y a pas eu de hauteurs d'eau à mesurer dans la tranchée. Les eaux qui y aboutissaient ont disparu presque instantanément par infiltration et dans une moindre mesure par absorption par les moellons. L'absence de stockage est surtout due à l'absence d'averse de grande importance et/ou de forte intensité durant la saison des pluies.

Prévision de fonctionnement

Dans le cadre du projet Ruissellement Urbain, des mesures d'infiltration ont été réalisées (B. ROLLAND 1990) sur deux parcelles voisines. Elles permettent de connaître le comportement du terrain de ces parcelles vis-à-vis de l'infiltration pour des pluies d'une durée inférieure à 160 minutes (cf. tableau 1 et figure 3).

Tableau 1 : Mesures d'infiltration

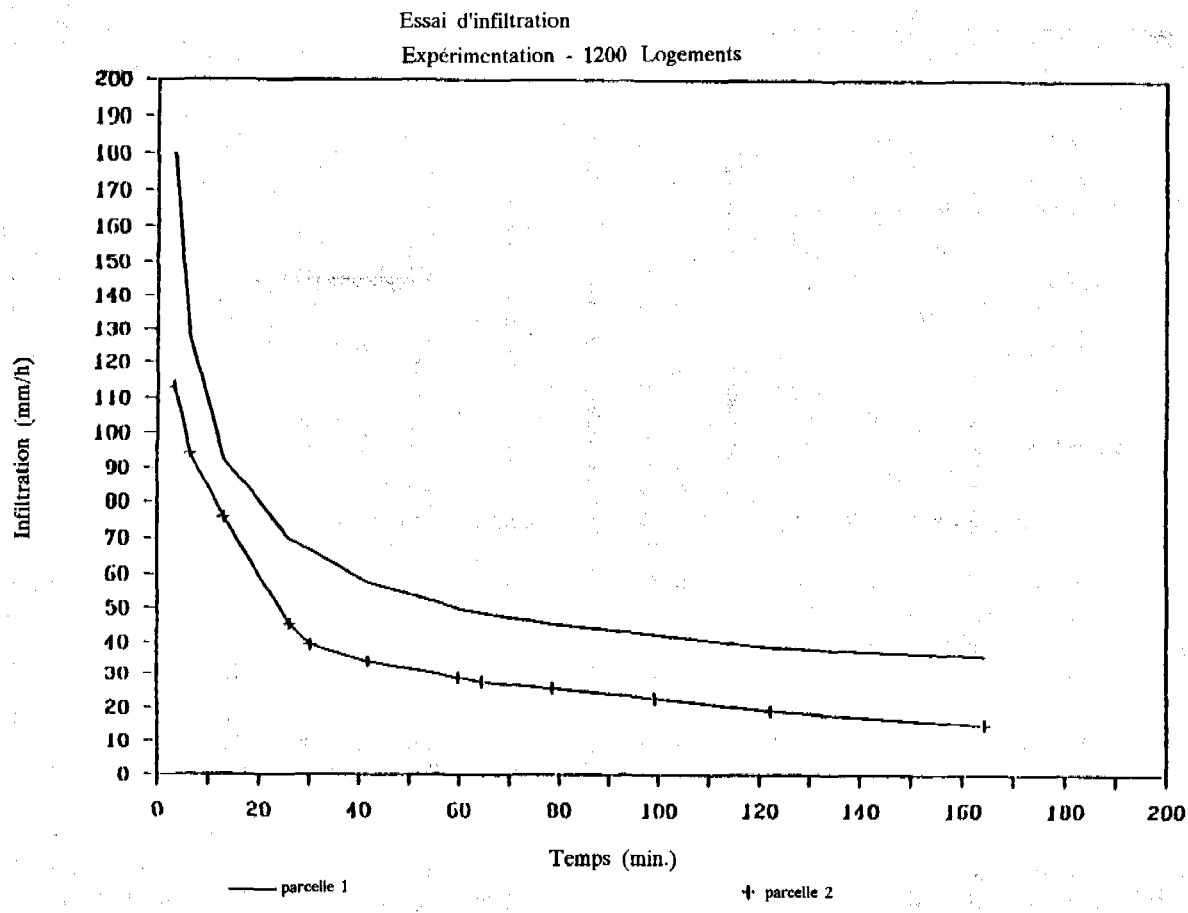
Parcelle 1 (sol remanié de remblai)

Volume (l.)	Hauteur d'eau (mm.)	Temps	Temps cumulé	Infiltration (mm/h)
2	10	3"20"	3"20"	180,0
4	20	9"37"	12"57"	92,4
6	30	13"00"	25"57"	69,6
8	40	15"48"	41"45"	57,6
10	50	18"04"	59"49"	49,8
12	60	18"58"	78"47"	45,6
14	70	20"26"	99"13"	42,6
16	80	23"03"	122"16"	39,0

Parcelle 2 (sol en place)

Volume (l.)	Hauteur d'eau (mm.)	Temps	Temps cumulé	Infiltration (mm/h)
2	10	6"22"	6"22"	94,2
4	20	23"54"	30"16"	39,6
6	30	34"14"	64"30"	27,6
8	40	100"00"	164"30"	15,0

Figure 3 : Courbes d'infiltration



On en déduit par extension l'infiltration pour des durées de temps correspondantes à celles de l'étude «Courbes hauteur de pluie-durée-fréquence» (PUECH-CHABI GONNI 1984) : 5 mn, 10 mn, 15 mn, 30 mn, 1 h, 2 h, 4 h, 12 h, 24 h. Le débit d'infiltration s'annule au bout de 4h30 et la hauteur totale d'eau infiltrée au-delà demeure constante. Une comparaison avec les données de hauteur de pluie correspondantes à ces durées pour les fréquences 1, 2, 5 et 10 ans permet de connaître le ruissellement résultant de ces pluies (tableau 2).

Tableau 2 : Infiltration et hauteur de pluie (parcelle 2)

Durée	Infiltration (mm)	Hauteur de pluie de fréquence :			
		1 an	2 ans	5 ans	10 ans
5 mn	10,0	12,5	15,0	18,0	20,2
10 mn	17,3	21,4	25,0	30,0	33,5
15 mn	23,7	27,3	32,0	37,0	41,0
30 mn	35,4	37,8	43,0	50,0	55,2
1 h	51,7	45,7	55,0	63,0	69,8
2 h	75,0	50,9	65,0	70,0	79,3
4 h	95,9	56,4	68,0	80,0	89,6
12 h	96,2	60,8	73,0	90,0	100,6
24 h	96,2	62,9	75,0	92,0	103,8

On voit d'après le tableau n°2 qu'à l'état naturel, les terrains absorbent les pluies de type «mousson», d'intensité faible et de durée supérieure à 2 heures ; le ruissellement résultant n'est perceptible que pour la pluie décennale. Par contre, les averses de courte durée (inférieure à 1 heure) sont généralement de caractère orageux et entrainent un ruissellement abondant.

La tranchée doit recueillir le ruissellement résultant des différentes pluies. Pour une pluie de durée donnée, le ruissellement R est donné par la différence entre la hauteur de pluie P et l'infiltration I :

$R = (P - I)$

En tenant compte de la surface bâtie de 70 m² qui ne participe pas à l'infiltration (environ 23%), le volume ruisselé sur la parcelle est :

$Vr = R \times S1 + P \times S2 = (P-I)S1 + PS2 = P \times S - I \times S1$

S est la surface de la parcelle, 300 m².
S2 et S1 sont les surfaces bâties et non bâties, respectivement 70 et 230 m².

Le tableau 3 donne le volume d'eau ruisselé, donc à recueillir dans la tranchée pour les pluies annuelles et décennales de différentes durées. Le maximum, 9,0 m³, est atteint par les pluies décennales de 1 heure et 24 heures. Pour 24 heures par exemple, la pluie décennale est de 103,8 mm et l'infiltration de 96,2 mm. On a donc :

$$V1 = \frac{(103,8-96,2) \times 230 + 103,8 \times 70}{1000} = 9,01 m^3 \# 9 m^3$$

Avec des hypothèses très simplificatrices on peut admettre que, dans la tranchée, l'infiltration se produit par le fond et les surfaces latérales de la même manière que suivant les résultats expérimentaux. C'est ainsi que sera infiltré au bout des quatre heures suivantes un volume d'eau égal à :

$S \times dI = dV$

S étant la surface totale d'infiltration (surface latérale + surface du fond) et dI la différence entre la capacité totale d'infiltration et l'infiltration au bout de la durée de la pluie considérée.

Il restera donc dans le bassin un volume d'eau égal à :

$V1 - dV$

Le tableau 4 donne les résultats de l'application de ce calcul à la tranchée construite pour les pluies journalières annuelles et décennales. Par exemple, dans le cas évoqué ici, la surface d'infiltration est de :

$S = 13 \times 2,5 + (13 + 2,5) \times 2 \times 0,6 = 51,1 m^2$

Pour une pluie décennale de 1 heure de 69,8 mm, le volume ruisselé est de 9,0 m³, le volume infiltré :

$dV = 51,1 m \times (96,2 - 51,7) mm = 2,27 m^3$ et le volume à stocker de $9,0 - 2,27 = 6,7 m^3$.

Tableau 3 : Volume ruisselé pour les pluies annuelles et décennales (- : néant)

Durée	Volume ruisselé (m³)	
	1 an	10 ans
5'	1,5	3,8
10	2,4	6,3
15'	2,7	6,8
30'	3,2	8,4
1 h	1,8	9,0
2 h	-	6,5
4 h	-	4,8
12 h	-	8,1
24 h	-	9,0

Tableau 4 : Volume d'eau à stocker suite aux pluies annuelles et décennales (- : néant)

Durée	Stockage (m³)	
	1 an	10 ans
5'	-	-
10'	-	2,1
15'	-	3,1
30'	0,1	5,3
1 h	-	6,7
2 h	-	5,4
4 h	-	4,8
12 h	-	8,1
24 h	-	9,0

Des tableaux 3 et 4 on tire les conclusions suivantes :

- Si on se limite aux pluies annuelles, les averses de courte durée entre 5 minutes et 1 heure laisseront dans la tranchée après leur fin un volume d'eau à infiltrer lentement ; le maximum 3,2 m³ est donné par la pluie de 10 minutes.

- Pour les pluies décennales, le maximum retenu est de 9 m³ avec les averses de 1 heure et 24 heures.

Les eaux stockées dans la tranchée continuent de s'infiltrer au rythme donné par les résultats de l'expérimentation à travers les surfaces latérales et le fond jusqu'à quatre heures trente minutes depuis le début de la pluie. Les pluies annuelles disparaissent totalement ainsi que les pluies décennales de 5 minutes. Le maximum à stocker, 9,0 m³, est donné pour la pluie décennale de 24 heures pour laquelle l'ouvrage devrait être dimensionné.

La capacité de la tranchée serait donnée par la porosité des matériaux de remblai : moellons et graviers de latérite. Des essais de laboratoire permettront de déterminer les valeurs précises de cet indice. En prenant la valeur moyenne de 35% trouvée par VAN GANCE en 1957 sur une étude de 12 échantillons de 20 - 40 mm au Congo (GIDIGASU, 1976), nous obtenons pour la tranchée expérimentée une capacité maximale de stockage d'eau égale à 6,8 m³, valeur inférieure au maximum à prévoir de 9,0 m³ pour la pluie décennale de 24 heures. L'ouvrage serait donc sous-dimensionné.

Conclusion

La tranchée d'infiltration, réalisée sans étude préalable, s'avère efficace pour contenir les eaux des averses inférieures à la fréquence décennale sur la parcelle. Si on peut se mouiller les pieds quelques instants après des orages de cette fréquence et de durée inférieure à 8 heures, cette gêne disparait totalement au bout de 4 heures au maximum.

Pour l'année 1992, les pluies journalières ont été de beaucoup inférieures aux pluies annuelles de 24 heures théoriques. Le dépouillement des pluviogrammes confirmera leur faible intensité. La pluviométrie a été particulièrement déficitaire ce qui a entrainé l'impossibilité de mesurer la hauteur de l'eau dans la tranchée.

Le suivi de l'ouvrage durant les saisons prochaines doit permettre d'affiner les résultats en ce qui concerne son fonctionnement. Dans la mesure du possible il faudra envisager la construction d'ouvrages de même type mais de dimensions réduites et comparer leur rendement. Des essais en laboratoire pour déterminer les caractéristiques physiques du sol des sites et des matériaux de remplissage seront effectués avant la mise en place des ouvrages et contribueront aux calculs de dimensionnement et de prévision de fonctionnement. La vulgarisation de ce type d'ouvrages dans la zone des «1200 logements» aurait plusieurs avantages :

1. L'assainissement des cours des parcelles par le recueil automatique des eaux ménagères (eaux de vaisselle, de lessive, de douche des enfants) en plus des eaux de pluie.

2. La réduction du ruissellement et de l'érosion dans la zone et dans le canal récepteur aval.

3. Le branchement des eaux usées de douche dans la tranchée permettrait de réduire la fréquence de vidange de l'unique fosse étanche des toilettes.

BIBLIOGRAPHIE

- B. ROLLAND - Octobre 1990 - Assainissement pluvial aux «1200 Logements». CIEH

- C. PUECH et D. CHABI GONNI - Janvier 1984 - Courbes Hauteur de pluie - Durée - Fréquence. Afrique de l'Ouest et Centrale pour les pluies de 5 mn à 24 h. CIEH

- SHF 1984 - Thérapeutiques nouvelles en assainissement pluvial. Paris

- M. D. GIDIGASU. 1976 - Laterite soil engineering. Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam, Oxford, New York 1976.