



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Département B - UR 212

Département F - UR 604

CAMPAGNE DE SIMULATION DE
PLUIES EN MILIEU URBAIN

NIAMEY

AVRIL 1986

C. BOUVIER

R. GATHELIER

A. GIODA

CENTRE ORSTOM DE MONTPELLIER - Oct. 1986

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 12083

Cote : A* Ex 1

SOMMAIRE

I. CADRE DE L'ETUDE

1. Exposé des motivations
2. Choix d'un protocole de mesures

II. DESCRIPTION DES PARCELLES

III. DEPOUILLEMENT DES MESURES

IV. INTERPRETATION DES MESURES

1. La qualité des mesures
2. Coefficients de ruissellement
3. Pluie d'imbibition
4. Intensité d'infiltration à saturation
5. Influence de l'intensité de la pluie I_p sur l'intensité d'infiltration
6. Influence de l'humidité du sol
7. Valeurs médianes des pertes à l'écoulement cumulées
8. Evaluation du volume stocké à la surface de la parcelle

CONCLUSION

Annexe 1 : Tableaux 1 à 22

Annexe 2 : Figures 3 à 9

A l'initiative de l'UR 604, la campagne de simulation de pluies, qui s'est déroulée à Niamey du 15/04/86 au 27/04/86, a pu être réalisée grâce au concours des hydrologues de l'UR 212 sur place à Niamey.

R. GATHELIER (212) et A. GIODA (212), aidés de P. GNAHOUIS, ont assuré le suivi des opérations sur le terrain.

C. BOUVIER (604), également présent à Niamey du 15/04/86 au 27/04/86, s'est chargé de l'interprétation des mesures et de la rédaction de ce rapport.

I - CADRE DE L'ETUDE

1. Exposé des motivations

Les modèles de transformation pluie-débit utilisés pour l'évaluation du ruissellement urbain, d'origine américaine ou européenne pour la plupart, sont appliqués en considérant que les surfaces perméables du bassin ne participent pas au débit de pointe de la crue.

Cette hypothèse ne semble pas convenir aux bassins urbains africains, dont le ruissellement, aussi bien au niveau de la production que du transfert, semble très influencé par la capacité d'absorption des sols.

Un travail de synthèse, réalisé à partir de mesures hydropluviométriques effectuées à Ouagadougou, Niamey, Lome, Cotonou, Bamako et Abidjan, vise à proposer un modèle de transformation pluie-débit adapté aux spécificités hydrologiques des bassins urbains africains.

La campagne de pluies simulées entreprise à Niamey devrait constituer le point de départ d'une série de mesures analogues, dans chacune des villes précitées.

Son principal objectif est de fournir une évaluation expérimentale des pertes par infiltration, évaluation à laquelle nous comparerons les valeurs obtenues par calage du modèle.

2. Choix d'un protocole de mesures

Compte tenu de ces 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 ?

- 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 supérieure à 1 h. 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 les sols que l'on rencontre en milieu urbain sont fortement tassés en surface et que 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.

II - DESCRIPTION DES PARCELLES

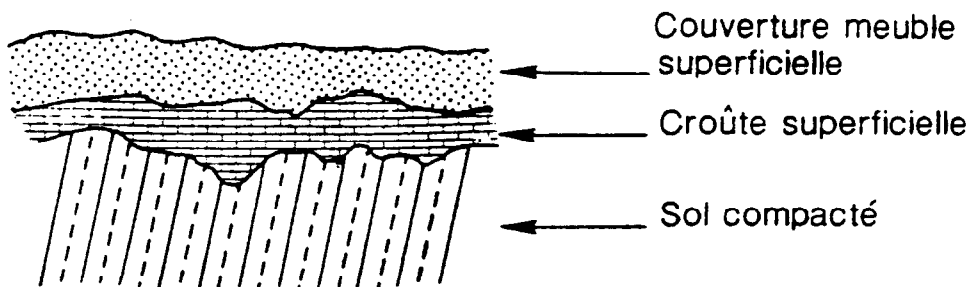
Notre premier souci a été d'étudier la variété des sols sur l'ensemble de la ville : des prélèvements à la tarière ont été effectués sur trois catégories de surfaces perméables que nous avons définies à priori, compte tenu de notre connaissance du terrain :

- 1) cours de concession (piétinement très marqué, sol éventuellement rapporté ou travaillé)
- 2) routes non goudronnées (passage de véhicules, sol éventuellement rapporté)
- 3) grands espaces (piétinement peu marqué)

Les observations ont porté principalement sur (voir fig.1) :

- le couvert végétal,
- la couverture meuble superficielle,
- la croûte superficielle,
- le profil pédologique du sol,

Figure 1



et ont abouti aux conclusions suivantes :

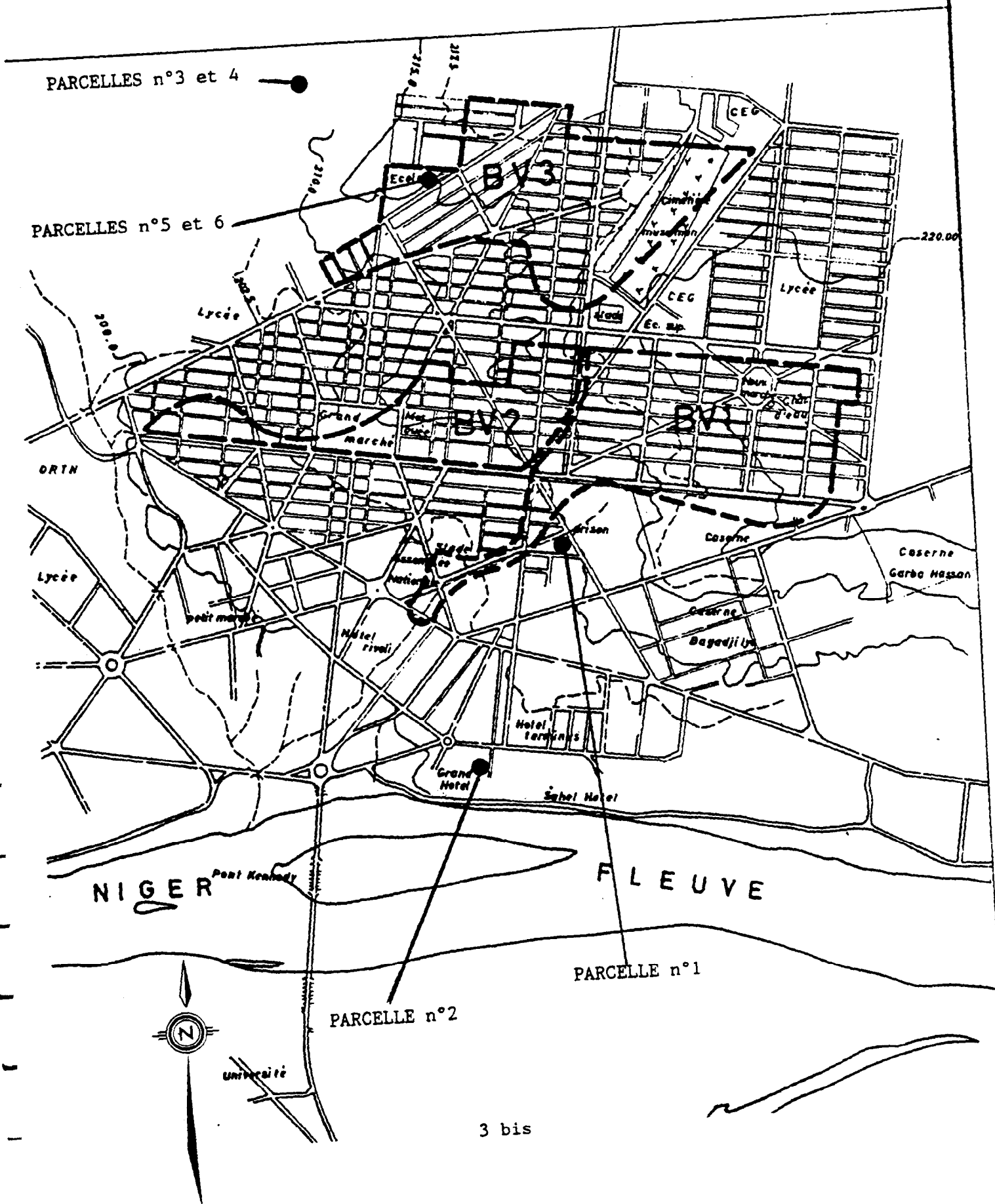
- . absence généralisée de couvert végétal,
- . la couverture meuble superficielle est constituée d'une frange sableuse, variant de 0 à 5 cm, atteignant localement 10 cm,
- . l'épaisseur de la croûte superficielle est assez variable, de 1 à 20 cm,
- . sous la croûte superficielle, on retrouve toujours le même type de sol sablo-argileux compacté, à texture très fine.

Les six parcelles que nous avons choisies, pour des raisons parfois pratiques, parfois administratives, ne figurent pas toutes sur les bassins expérimentaux, qui avaient été étudiés de 1978 à 1980 (voir figure 2). Dans ce cas, nous nous sommes assurés que le choix de ces parcelles était compatible avec ce que nous avons observé sur les bassins.

BASSINS URBAINS DE NIAMEY

Carte de situation

Echelle : 1/20.000^e



Parcelle n° 1

Emplacement : Entrepôt ORSTOM
Catégorie : cour de concession

Couvert végétal : pollen

Couverture meuble superficielle : frange sableuse
1 cm

Croûte superficielle : agglomérat sables argileux
et graviers 0-20 cm

Substratum : sables argileux compactés à texture
très fine - Couleur rouge.

Pente : 1 %

Parcelle n° 2

Emplacement : Bureau ORSTOM
Catégorie : Cour de concession

Couvert végétal : pollen

Couverture meuble superficielle : frange sableuse
1 cm.

Croûte superficielle : agglomérat sables argileux
et graviers 0-20 cm.

Substratum : sables argileux compactés à texture
très fine - Couleur rouge.

Pente : 2 %

Parcelle n° 3

Emplacement : Jardins Boukoki
Catégorie : Cour de concession

Couvert végétal : néant

Couvert meuble superficielle : néant

Croûte superficielle : pellicule argilo-sableuse
0-1 cm

Substratum : sables argileux compactés à texture
très fine - Couleur jaune.

Pente : 1 %

Parcelle n° 4

Emplacement : Jardins Boukoki
Catégorie : Mixte - Cour de concession et passage
de véhicules.

Couvert végétal : néant

Couverture meuble superficielle : néant

Croûte superficielle : pellicule argilo-sableuse
0-1 cm

Substratum : sables argileux compactés à texture
très fine - Couleur jaune.

Pente : 1,5 %

Parcelle n° 5

Emplacement : Ecole SONI ALIBER
Catégorie : Grands espaces

Couvert végétal : néant

Couverture meuble superficielle : gros sable 3-4 cm

Croûte superficielle : 1 cm

Substratum : sables argileux compactés à texture
très fine - Couleur orange.

Pente : 2,5 %

Parcelle n° 6

Emplacement : Ecole SONI ALIBER
Catégorie : Grands espaces

Couvert végétal : néant

Couverture meuble superficielle : gros sable 3-4 cm

Croûte superficielle : 1 cm

Substratum : sables argileux compactés à texture
très fine - Couleur orange.

Pente : 3 %

III - DEPOUILLEMENT DES MESURES

A l'occasion de cette campagne, les mesures ont porté principalement sur le ruissellement et l'infiltration.

Nous avons procédé au total à 22 pluies sur les 6 parcelles :

8 pluies sur la parcelle n° 1
3 pluies sur la parcelle n° 2
4 pluies sur la parcelle n° 3
3 pluies sur la parcelle n° 4
2 pluies sur la parcelle n° 5
2 pluies sur la parcelle n° 6

Sur ces 22 pluies, 2 ne peuvent être exploitées que très partiellement par suite d'incidents survenant en cours d'expérience (Parcelle n°1, pluies 4 et 5).

19 d'entre elles ont été réalisées entre le 17/04 et le 26/04/86; les 3 autres (suivi de la parcelle n°1) environ 1 mois après.

Les mesures d'écoulement ont été enregistrées comme le montre la figure 3 et le dépouillement de ces enregistrements (tableaux 1 à 22 reportés en annexe) a permis de calculer pour chaque pluie :

- le début de l'écoulement, observé à la sortie de la goulotte,
- D_r , la détention récupérable à la fin de la pluie,
- $L_r(t)$, la lame ruisselée à l'instant t ,
- $I_p(t)$, l'intensité de la pluie à l'instant t ,
- $H_p(t)$, la hauteur de pluie à l'instant t ,
- $R(t)$, l'intensité du ruissellement à l'instant t ,
- $K_r(t)$, le coefficient de ruissellement à l'instant t ,
- I_k , l'indice d'humidité du sol : $I_{k_n} = (P_{n-1} + I_{k_{n-1}}) \cdot e^{-0,5 \cdot t}$

Pour le dépouillement, nous avons procédé de la façon suivante :

1) calcul du volume ruisselé moyen sur des pas de temps successifs de 5 mn, sauf pour le début de l'écoulement

Ex : si le début de l'écoulement se produit à 2'30", on calcule le volume ruisselé moyen de 2'30" à 5', de 5' à 10', de 10' à 15', etc.

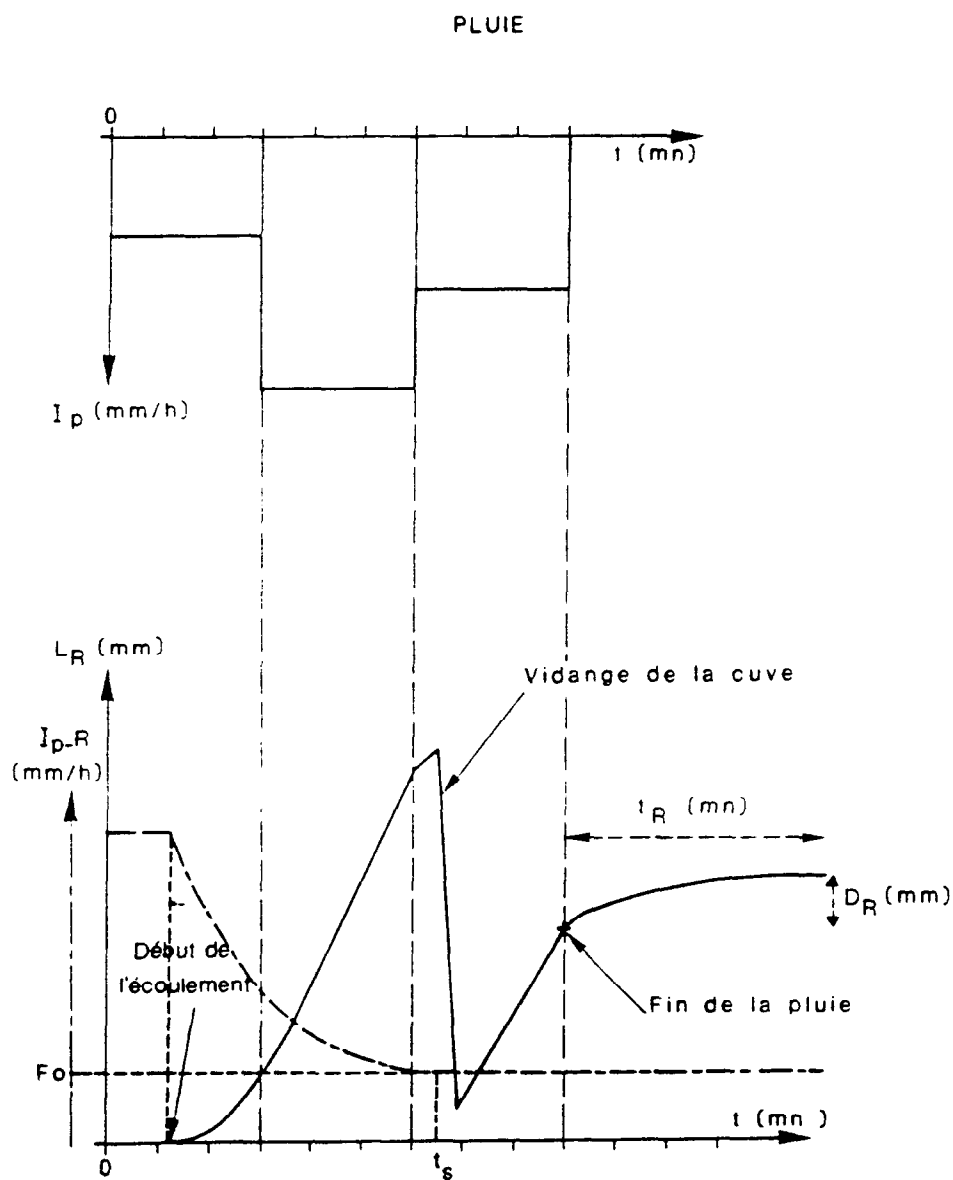
2) calcul de l'intensité moyenne de ruissellement R pendant les mêmes pas de temps.

3) calcul de la quantité I_{inf} pendant les mêmes pas de temps, par différence entre I_p , intensité de la pluie, et R , intensité de ruissellement.

Pour tracer les courbes représentatives de $I_{inf}(t)$, la valeur moyenne de l'intensité a été datée au centre de l'intervalle de longueur t .

Dans la suite du rapport, les nombres figurant entre parenthèses dans les tableaux représentent des valeurs douteuses ou interpolées (nettoyage des trous d'évacuation, vidange de la cuve, changement d'intensité, etc.).

Figure 3



LAME RUISSELEE L_R (t) ET INTENSITE DES PERTES A L'ECOULEMENT (I_{p-R}) (t)

IV Interprétation des mesures

Sur les figures 4 à 9 reportées en annexe, nous avons représenté, pour chaque parcelle, l'évolution des valeurs obtenues en soustrayant l'intensité du ruissellement R à l'intensité de la pluie I_p , en fonction du temps. Remarquons que ces valeurs ne peuvent être assimilées à des intensités d'infiltration qu'à partir de l'instant t_f où le remplissage de toutes les dépressions du sol est terminé.

Nous avons admis que l'indice de saturation I_k fournit une représentation convenable de l'état d'humidité du sol et nous avons associés les deux états extrêmes d'humidité à $I_k = 0$ et $I_k = 70$; cette seconde valeur, assez arbitraire, caractérise la plupart du temps les pluies de notre protocole survenant après une première pluie dans la même journée.

1) La qualité des mesures

En dépit d'une surveillance assez étroite des expériences, certains facteurs peuvent venir affecter la précision des mesures. Nous citerons, parmi les principaux, les fluctuations de la pression de débit (erreur sur I_p) et l'obstruction partielle des trous de vidange du cadre de la parcelle (erreur sur R).

Si ces erreurs ont finalement peu de conséquences sur les valeurs de ruissellement mesurées, il n'en est pas de même pour les intensités d'infiltration, dont l'ordre de grandeur est parfois voisin de la précision des mesures. Par exemple, si on s'accorde à fixer à 5% la précision de l'étalonnage de l'appareil, l'incertitude sur l'intensité d'infiltration sera de 5 mm/h pour une intensité de pluie de 100 mm/h et de 2 mm/h pour une intensité de pluie de 40 mm/h. Ainsi, devra-t-on interpréter avec la plus grande prudence les résultats relatifs aux faibles valeurs d'infiltration et aux fortes valeurs de pluie.

2) Coefficient de ruissellement

Nous avons calculé les coefficients du ruissellement relatifs à des pluies de 40 mm, pour les états d'humidité du sol correspondant à $I_k = 0$ et I_k max (au moins égal à 70), définissant ainsi K_r sec et K_r humide :

$$K_r = \frac{L_r(t_0) + D_r}{40}$$

avec t_0 = durée de la pluie de hauteur 40 mm.

Le tableau suivant :

Parcelle	1	2	3	4	5	6
K_r sec (%)	27	67	83	72	71	62
K_r humide (%) (64)	93	92	85	85	84	82

montre que à l'exception de la parcelle n°1, ces valeurs sont remarquablement fortes, puisqu'elles dépassent toutes 62 % sur sol sec et 82 % sur sol humide.

3) Pluie d'imbibition

La pluie d'imbibition P_i est définie comme étant la quantité de pluie totalement interceptée (infiltration + stockage + évaporation) au début de l'averse.

En toute rigueur, la comparaison des quantités P_i n'est significative que pour des intensités de pluie identiques, puisque le remplissage des dépressions naturelles du sol est proportionnel à I_p , alors que l'intensité d'infiltration ne l'est pas. Ce problème concerne en fait toutes les valeurs I_p-R , avant l'instant t_f , date de fin du stockage.

En pratique, compte tenu de la faiblesse des volumes stockés, nous considérerons que la quantité P_i ne dépend que des caractéristiques du sol et pourrons comparer ainsi les réactions initiales de chaque parcelle, pour chaque pluie.

Nous avons calculé ces valeurs (tableau 23) : on remarque que pour les parcelles n° 2 à 6, P_i varie de 3 à 6 mm sur sol sec ($I_k=0$) et 1 à 3 mm sur sol humide ($I_k = 70$).

Parmi les résultats obtenus sur la parcelle n°1, plus longuement suivie, il est intéressant de rapprocher la pluie n°1 de la pluie n°4 : pour des I_k sensiblement égaux (0 et 1) et des I_p comparables (40 et 36 mm/h), les pluies d'imbibition sont respectivement de 15,0 et 7,5 mm. Cette différence de 100% ne peut qu'inciter à la plus grande prudence quant à l'interprétation de la première crue de l'année.

4) Intensité d'infiltration à saturation F_0

Après le début du ruissellement, survenant généralement assez tôt (moins de 5 minutes dans la plupart des cas), l'intensité de ruissellement R croît et se stabilise autour d'une valeur constante R_x . A ce moment, les pertes dues au remplissage des dépressions du sol sont nulles et la valeur $F_0 = I_p - R_x$ correspond effectivement à une intensité d'infiltration.

Tableau 23

Parcelle	Pluie	I _k	I _p mm/h	Deb.ruis. mn	P.imbibition mm
1	1	0	40	22'30"	15,0
	2	39	40	5'30"	3,7
	3	73	40	4'30"	3,0
	4	1	36	12'30"	7,5
	6	16	100	4'	6,7
	7	12	120	2'	4,0
2	1	0	78	3'15"	4,2
	2	78	78	1'	1,3
	3	149	78	1'	1,3
3	1	0	82	2'	2,7
	2	72	82	1'15	1,7
	3	110	82	0	0
4	1	0	42	6'30"	4,6
	2	66	42	3'30"	2,5
	3	72	38	2'30"	1,6
5	1	0	40	6'30"	4,3
	2	65	40	3'	2,0
6	1	0	78	4'30"	5,9
	2	70	80	2'30"	3,3

Le tableau 24 indique pour chaque pluie de chaque parcelle les valeurs de F_0 , ainsi que la durée t_s écoulée pour atteindre cette valeur limite (nous avons estimé t_s d'après les figures 1 à 6).

Compte tenu de la relative imprécision de l'intensité de pluie I_p , il ne semble pas que l'indice I_k influence significativement la valeur F_0 . Ces valeurs sont généralement comprises entre 5 et 10 mm/H. La saturation du sol est atteinte très rapidement, de 10 à 35 mm suivant l'état d'humidité initial.

5) Influence de l'intensité de la pluie I_p sur l'intensité d'infiltration

Nous ne disposons que d'un nombre très restreint de pluies exploitables pour lesquelles nous avons fait varier l'intensité.

Le tableau suivant :

Parcelle	Pluie	Influence de I_p sur I_{inf}
	1	non
4	2	non
	3	oui
5	1	non
6	1	oui

montre que, sur les 5 pluies considérées, nous obtenons seulement 2 fois des variations significatives : plus précisément l'intensité d'infiltration augmente significativement avec I_p dans les deux seuls cas où I_p dépasse 116 mm/h. Compte tenu de la faiblesse de l'échantillon et de la relative imprécision de l'étalonnage de I_p (voir IV.1), ce résultat demande à être confirmé.

Tableau 24

Parcelle	Pluie	I_k	I_p mm/h	K_s mm/h	t_s mn
1	1	0	40	non atteinte	-
	2	39	40	14	20
	3 bis	86	40	11	20
	4	1	36	17	30
	7	12	120	14	(30)
2	1	0	78	6	35
	2	78	78	5	15
	3	149	78	6	15
3	1	0	82	3	30
	2	72	80	1	10
	3	110	82	1	10
4	1	0	42	10	25
	2	66	42	11	15
	3	72	38	6	(15)
5	1	0	40	6	35
	2	65	40	4	20
6	1	0	38	10	(25)
	2	70	80	10	10

6) Influence de l'humidité du sol

Ayant, tout au long des paragraphes précédents, déjà évoqué ce point, nous nous limiterons à exprimer les résultats du IV.2 en variation relative (voir tableau suivant) :

Parcelle	1	2	3	4	5	6
Diff. = $\frac{K_r \text{ humide} - K_r \text{ sec}}{K_r \text{ sec}}$	163	25	12	15	17	29

Les variations relatives, à l'exception de la parcelle n° 1, sont faibles et restent inférieures à 30 %.

7) Valeurs médianes des pertes à l'écoulement cumulées (lame infiltrée + lame stockée)

L'examen des figures 10 et 11, sur lesquelles ont été tracées les courbes représentatives des pertes à l'écoulement sur chaque parcelle, respectivement pour $I_k = 0$ et pour $I_k = 70$, montre encore une fois que, pour un I_k donné et à l'exception de la parcelle n°1, les valeurs $(I_p - R)(t)$ sont assez voisines.

A partir de chacun de ces faisceaux de courbes, nous avons construit des courbes médianes, respectivement pour $I_k = 0$ et $I_k = 70$ (figures 12 et 13).

Pour I_k donné, nous avons procédé de la façon suivante :

- . calcul de la pluie d'imbibition P_i médiane
- . calcul des valeurs médianes de $I_p - R$, pour des valeurs de t suffisamment grandes pour que les paliers initiaux soient terminés.
- . représentation lissée de la courbe médiane pour une intensité $I_p = 80 \text{ mm/h}$.

Les valeurs médianes calculées figurent dans les tableaux 25 et 26.

Nous avons ensuite déterminé à l'aide de ces courbes les valeurs cumulées des pertes à l'écoulement (lame infiltrée + lame stockée) en fonction du temps (tableau 27)

Figure 10 Comparaison des pentes à l'écoulement
sur sol sec ($I_k=0$)

Parcelles n° 1_2_3_4_5_6

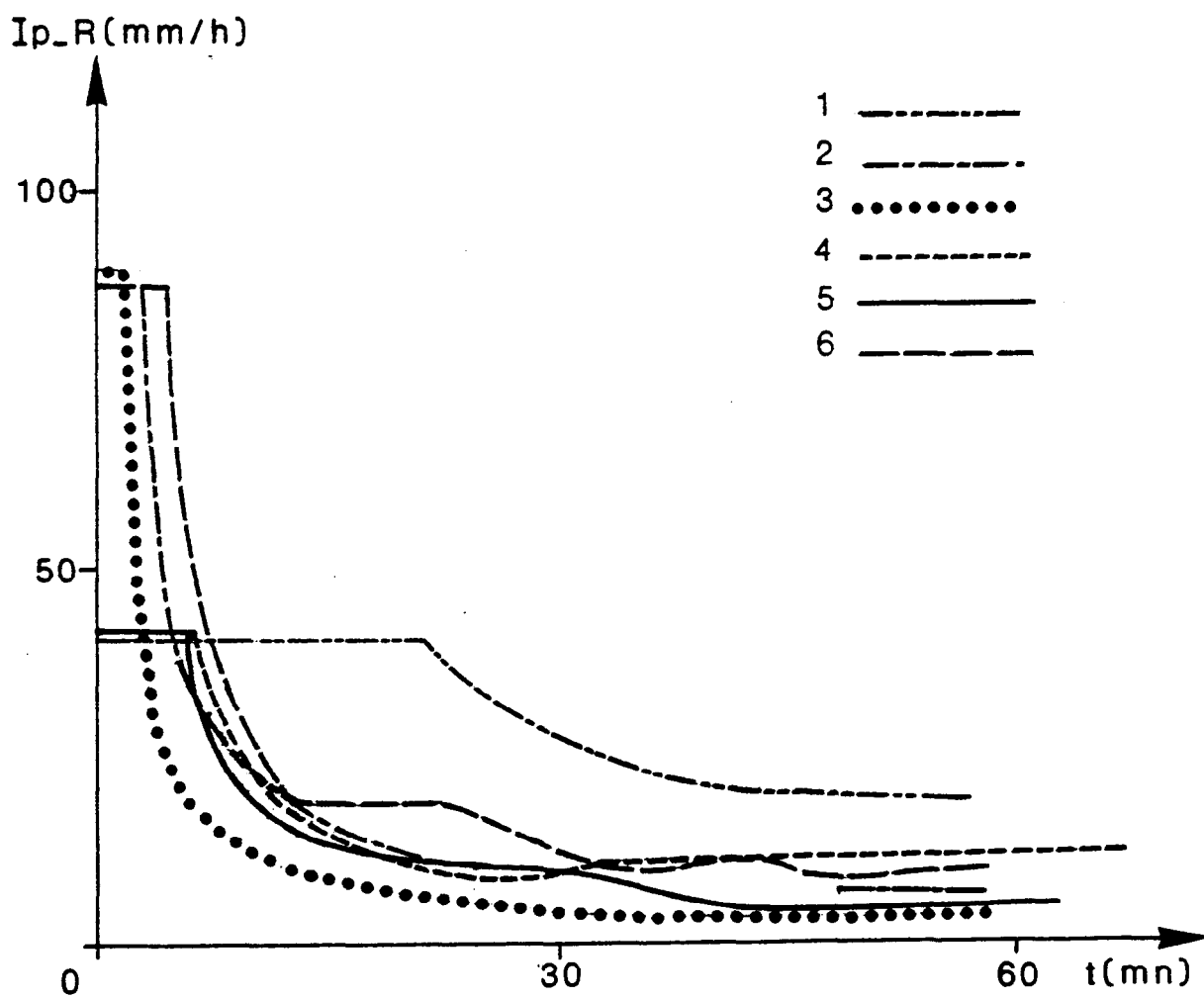


Figure 11 Comparaison des pentes à l'écoulement:
sur sol humide ($I_k \sim 70$)

Parcelles n° 1_2_3_4_5_6

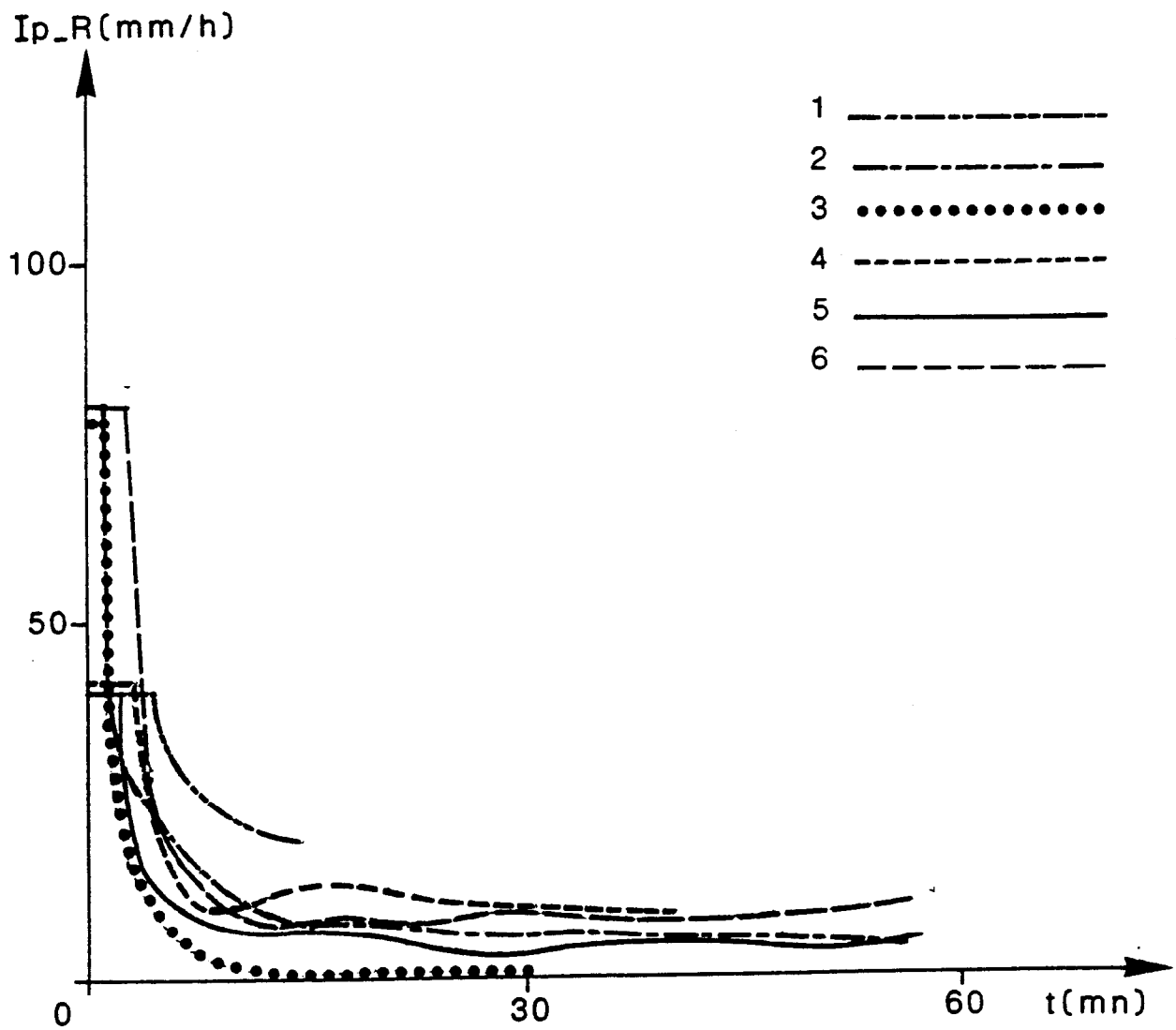


Tableau 25 : Calcul des valeurs médianes $-I_k = 0$

Parcelle	1	2	3	4	5	6	Médiane
P_i	15	4,2	2,7	4,6	4,3	5,9	4,5
$I_{7,5}$	40	27,6	14,8	26,6	24,6	40,8	27,3
$I_{12,5}$	40	19,2	10,0	15,6	16,0	19,2	17,6
$I_{17,5}$	40	13,2	6,4	13,2	13,6	(-)	13,2
$I_{27,5}$	30,4	(-)	(5,2)	9,6	10,4	16,4	10,4
$I_{37,5}$	23,2	(-)	5,2	10,8	(6,6)	10,8	10,8
$I_{47,5}$	22,0	(-)	2,8	(-)	5,4	(8,0)	6,7
$I_{57,5}$	18,4	6,0	2,8	(-)	6,4	10,4	6,4

avec I_t = intensité des pertes à l'instant t en mm/h.

P_i = pluie d'imbibition en mm

Figure 12 Courbe (Ip-R) (t) médiane

$I_k = 0$

$I_p = 80 \text{ mm/h}$

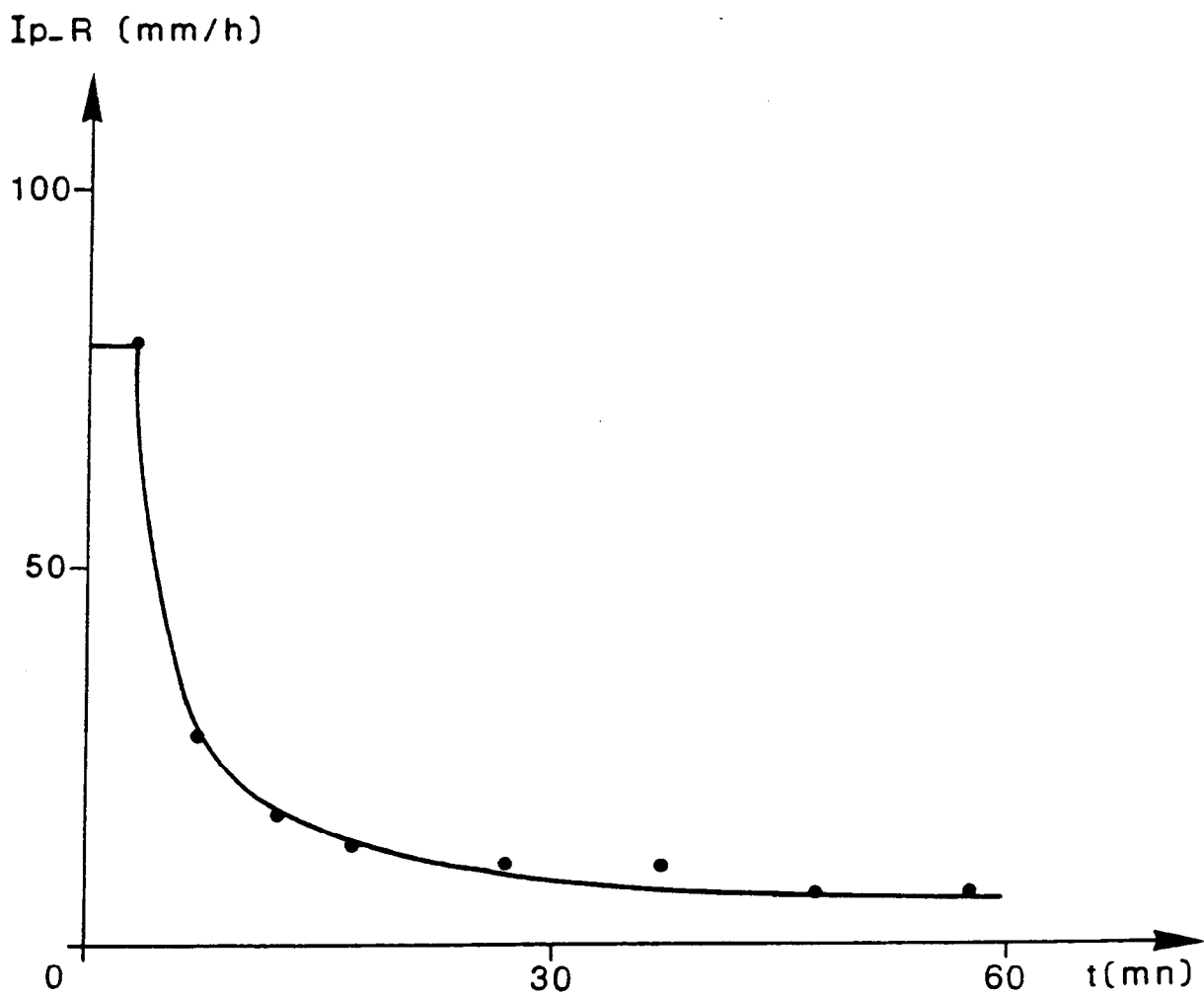


Tableau 26 : Calcul des valeurs médianes - $I_k = 70$

Parcelle	1	2	3	4	5	6	Médiane
P_i	3,0	1,3	1,7	1,6	2,0	3,3	1,9
$I_{7,5}$	25,8	14,4	5,2	10,8	8,8	10,8	10,8
$I_{12,5}$	20,8	8,4	2,8	12,0	6,4	4,8	10,3
$I_{17,5}$	12,4	8,4	2,8	12,0	6,4	6,0	7,4
$I_{27,5}$	11,2	6,0	2,8	10,8	2,8	7,2	6,6
$I_{37,5}$	11,2	(5,6)	(2,8)	10,8	4,0	4,8	5,2
$I_{47,5}$	(11,2)	5,2	(2,8)	(10,8)	(4,0)	7,2	6,2
$I_{57,5}$	(11,2)	(4,0)	(2,8)	(10,8)	6,4	8,4	7,4

avec I_t = intensité des pertes à l'instant t en mm/h.

P_i = pluie d'imbibition en mm.

Tableau 27 : Cumul des pertes à l'écoulement

t mn	Pertes ($I_k=0$) mm	Pertes ($I_k = 70$) mm
1'30"	2,0	1,9
3'15"	4,4	3,4
5'	6,2	4,0
10'	8,9	5,2
15'	10,4	6,0
20'	11,5	6,6
30'	13,3	7,7
40'	14,6	8,7
50'	15,7	9,7
60'	16,8	10,7

Pour fixer les idées et malgré le caractère très approximatif du procédé de comparaison, nous retiendrons que le cumul des pertes à l'écoulement (infiltration + stockage) sur parcelle s'élève, pour une pluie d'une durée d'1 heure, respectivement à 11 mm sur sol humide et 17 mm sur sol sec.

8) Evaluation du volume maximal stocké sur la parcelle

Comme nous l'avons dit plus haut, les pertes à l'écoulement dues à l'infiltration et au stockage superficiel ne peuvent être dissociés avant l'instant t_f , date de la fin du stockage.

Or, il est parfois nécessaire d'interpréter séparément les deux : (par exemple, modélisation dynamique fine de l'infiltration). Une méthode est actuellement à l'étude, et s'appuie sur une évaluation du volume d'eau stocké par rétention superficielle. Cette évaluation peut se faire expérimentalement, comme nous le décrivons dans ce qui suit :

. nous supposons que l'intensité d'infiltration reste égale à F_0 pendant une durée assez courte (5 à 10') après la fin de la pluie.

. dans ce cas, si nous procédons à une deuxième pluie survenant aussitôt après que l'eau de la première se soit totalement infiltrée sur la parcelle, et à condition que le laps de temps séparant la fin de la première pluie et le début de la seconde pluie soit suffisamment court, on peut assimiler le volume d'eau V_T stocké à la surface de la parcelle à la quantité

$$V_T = \int_0^{t_s} (I_p - R)(t) dt - F_0 t_s - D_r - t_r F_0$$

D_r et t_r sont respectivement la détention superficielle récupérable et le temps de vidange de la parcelle.

t_s désigne l'instant où $(I_p - R)(t) = F_0$, et correspond pratiquement dans ce cas à t_f , instant de la fin du stockage.

On peut arrêter cette 2ème pluie dès la saturation du sol, atteinte très rapidement.

CONCLUSION

Cette campagne de simulation des pluies a permis de caractériser avec une précision très satisfaisante les mécanismes d'infiltration en milieu urbain.

En premier lieu, on notera que les intensités d'infiltration mesurées sur les différentes parcelles sont assez voisines : nous attribuerons de préférence ce résultat au tassement subi par le sol du fait d'une activité urbaine intense, plutôt qu'à des caractéristiques liées à l'organisation superficielle du sol, qui, on l'a vu, présente des différences selon les parcelles, notamment en ce qui concerne l'épaisseur de la croute superficielle.

Nous avons d'autre part montré que les pertes à l'écoulement sur parcelle sont faibles et relativement peu influencées par l'humidité du sol : encore une fois, ces résultats peuvent être attribués à l'influence mécanique du milieu urbain sur ce type de sol.

Il apparaît donc que le milieu urbain se prête bien aux mesures sous pluies simulées :

1) il exerce, au niveau des mécanismes d'écoulement, une influence superficielle homogénéisante qui favorise l'exploitation des mesures à l'échelle du bassin,

2) cette même influence permet d'envisager un protocole de mesures très simplifié, dans l'optique de mesurer les pertes à l'écoulement.

Pour ce deuxième point, le protocole que nous avons utilisé à Niamey semble réaliser un bon compromis entre simplicité et efficacité. Pour d'éventuelles campagnes analogues à venir, nous suggérons d'étudier avec une attention particulière :

1) l'influence de l'intensité de la pluie sur l'intensité d'infiltration,

2) la capacité de stockage maximale sur la parcelle.

Le protocole idéal pourrait donc être résumé de la façon suivante :

. N parcelles (N>3)

. pour chaque parcelle, une pluie le matin et une pluie l'après-midi.

. pour chaque pluie : procéder à intensités de pluie différentes
(Ex : 60 mm/h pendant 30 minutes
120 mm/h pendant 30 minutes)

. après chaque pluie, laisser infiltrer toute l'eau à la surface de la parcelle, puis démarrer une deuxième pluie d'une durée de 10-15 mm.

ANNEXE 1

TABLEAUX 1 à 22

Tableau 1

Parcelle : 1 Date : 17/04/1986 Pluie n°1

$I_p = 40\text{mm/h}$ $I_k = 0$

Heure début : 9h Heure fin : 10 h Durée de la pluie 60'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	observation
22'30	40	15,0	0	40	0	0	
25'	"	16,7	3,0	37,0	0,2	1	
30'	"	20,0	9,6	30,4	1,0	5	
35'	"	23,3	14,4	25,6	2,2	9	
40'	"	26,7	16,8	23,2	3,6	13	
45'	"	30,0	(19,2)	(20,8)	(5,2)	(17)	Manipulation sur la goulotte
50'	"	33,3	18,0	22,0	6,7	20	
55'	"	36,7	20,4	19,6	8,4	23	
60'	"	40,0	21,6	18,4	10,2	26	

$D_r = 0,7 \text{ mm}$ Durée de vidange de la $D_r = 8'$

Observations: parcelle recouverte de pollen

Tableau 2

Parcelle : 1 Date : 17/04/86 Pluie n°2

 $I_p = 40$ mm/h $I_k = 39$

Heure début : 11h Heure fin : 12 h Durée de la pluie : 60'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	observations
5'30	40	3,7	0	40	0	0	
10'	"	6,7	10,7	29,3	0,8	12	
15'	"	10,0	19,2	20,8	2,4	24	
20'	"	13,3	24,0	16,0	4,4	33	
25'		16,6	24,0	16,0	6,4	38	
30'		20,0	25,2	14,8	8,5	43	
35'		23,3	26,4	13,6	10,7	46	
40'		26,6	25,2	14,8	12,8	48	
45'		30,0	25,2	14,8	14,9	50	
50'		33,3	25,2	14,8	17,0	51	
55'		36,6	26,4	13,6	19,2	52	
60'	"	40,0	25,2	14,8	21,3	53	

 $D_r = 1,2$ mm Durée de vidange de la $D_r = 10'$

Tableau 3

Parcelle : 1 Date : 17/04/86 Pluie n°3
 $I_p = 40$ mm/h $I_k = 72,9$
 Heure début : 16h15' Heure fin : 16h30' Durée de la pluie 15'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	$R_x(t)$ mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	observations
4'30	40	3,0	0	40	0	0	
10'	"	6,7	14,2	25,8	1,3	19	
15'	"	10,0	19,2	20,8	2,9	29	

Observations: interruption de la pluie au bout de 15' due à une panne de l'appareil.

Tableau 4

Parcelle : 1

Date : 17/04/86

Pluie n°3 bis

 $I_p = 40$ mm/h $I_k = 86$

Heure début : 16h43

Heure fin : 17h23

Durée de la pluie : 40'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	observations
5'	40	3,3	12,0	28,0	1,0	20	
10'	"	6,6	20,4	13,6	2,7	41	
15'	"	10,0	26,4	13,6	4,9	49	
20'	"	13,3	27,6	12,4	7,2	54	
25'	"	16,6	28,8	11,2	9,6	58	
30'	"	20,0	28,8	11,2	12,0	60	
35'	"	23,3	28,8	11,2	12,0	62	
40'	"	26,6	28,8	11,2	16,8	63	

Observations : la pluie débute alors que la vidange de la parcelle n'est pas terminée.

Tableau 5

Parcelle 2

Date : 19/04/86

Pluie n°1

 $I_p = 78$ mm/h $I_k = 0$

Heure début : 9h 05' Heure fin : 10 h 07'20" Durée de la pluie : 62'20

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
3'15	78	4,3	0	78	0	0	
5'	"	6,5	30,9	47,1	0,9	14	
10'		13,0	50,4	27,6	5,1	39	
15'		19,5	58,8	19,2	10,0	51	
20'		26,0	64,8	13,2	15,4	59	
25'		32,5	(63,6)	(14,4)	(20,7)	64	
30'		39,0	(61,2)	(16,8)	(25,8)	(66)	
35'		45,5	(62,4)	(15,6)	(31,0)	(68)	
40'		52,0	(63,0)	(14,0)	(36,3)	(70)	Vidange de la cuve
45'		58,5	(64,8)	(13,2)	(41,7)	(71)	
50'		65,0	(64,8)	(13,2)	(41,7)	(72)	
52'30		68,3	(122,4)	(-44,0)	(52,2)	(76)	Nettoyage des trous
55'		71,5	(60,0)	(18,0)	54,7	(77)	
57'30		74,8	(103,2)	(-25,2)	(59,0)	(79)	Nettoyage des trous
62'20		81,0	72,0	6,0	65,0	80	

 $D_r = 0,4$ mmDurée de vidange de la $D_r = 4'$

Observations: parcelle recouverte de pollen
plusieurs nettoyages des trous du cadre de la parcelle

$R_x =$

Tableau 6

Parcelle 2 Date : 19/04/86 Pluie n°2
 $I_p = 78$ mm/h $I_k = 78$
 Heure début : 10h 57' Heure fin : 11 h 53' Durée de la pluie : 56'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
1'	78	1,3	0	78,0	0	0	
5'	"	6,5	49,5	28,5	3,3	51	
10'		13,0	63,6	14,4	8,6	66	
15'		19,5	69,6	8,4	14,4	74	
20'		26,0	69,6	8,4	20,2	78	
25'		32,5	72,0	6,0	26,2	81	
30'		39,0	72,0	6,0	32,2	83	
35'		45,5	(72,4)	(5,6)	(38,2)	(84)	Vidange de la cuve
50'		65,0	72,8	5,2	56,4	87	
56'	"	72,8	74,0	4,0	63,8	88	

$D_r = 0,7$ mm.

Durée de vidange de la $D_r = 3'$

$$R_x = 72,0 \quad K_R = 99\%$$

Tableau 7

Parcelle 2

Date : 19/04/86

Pluie n°3

 $I_p = 78$ mm/h $I_k = 149$

Heure début : 16h 00

Heure fin : 17 h 00'

Durée de la pluie : 60'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
1'	78	1,3	0	78,0	0	0	
5'	"	6,5	64,5	13,5	4,3	66	
10'		13,0	73,2	4,8	10,4	80	
15'		19,5	73,2	4,8	16,5	85	
20'		26,0	73,2	4,8	22,6	87	
25'		32,5	76,8	1,2	29,0	89	
30'		39,0	(75,6)	(2,4)	(35,3)	(90)	Vidange de la cuve
35'		45,5	75,6	2,4	41,6	91	
40'		52,0	76,8	1,2	48,0	92	
45'		58,5	75,6	2,4	54,3	93	
50'		65,0	76,8	1,2	60,7	93	
55'		71,5	(76,8)	(1,2)	(67,1)	(94)	Vidange de la cuve
60'	"	78,0	76,8	1,2	73,5	94	

 $D_r = 0,9$ mmDurée de vidange de la $D_r = 2'30''$

$$R_x = 76 \quad K_R = 97\%$$

Tableau 8

Parcelle 3

Date : 21/04/86

Pluie n°1

 $I_p = 82$ mm/h $I_k = 0$

Heure début : 9h 56

Heure fin : 10h 57'15"

Durée de la pluie : 61'15"

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
2'	82	2,7	0	82,0	0	0	
5'	"	6,8	54,0	28,0	2,7	40	
10'		13,7	67,2	14,8	8,3	61	
15'		20,5	72,0	10,0	14,3	70	
20'		27,3	75,6	6,4	20,6	75	
25'		34,2	75,6	6,4	26,9	79	
30'		41,0	(76,8)	(5,2)	(33,3)	(81)	Vidange de la cuve
35'		47,8	76,8	5,2	39,7	83	
40'		54,7	76,8	5,2	46,2	84	
45'		61,5	79,2	2,8	52,8	86	
50'		68,3	79,2	2,8	59,4	87	
55'		75,2	(79,2)	(2,8)	(66,0)	(88)	Vidange de la cuve
60'	"	82,0	79,2	2,8	72,6	89	

 $D_r = 0,7$ mmDurée de vidange de la $D_r = 3'30''$

Observations: apparition immédiate de ruissellement à la surface de parcelle.

$R_x = 79,2$ $K_r = 92\%$

Tableau 9

Parcelle : 3

21/04/86

Pluie n° 2

 $I_p = 82 \text{ mm/h}$ $I_k = 72$

Heure début : 16h15

Heure fin : 16h45

Durée de la pluie : 30'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
1'15	82,0	1,7	0	82,0	0	0	
5'	"	6,8	65,6	16,4	4,1	62	
10'		13,7	76,8	5,2	10,5	79	
15'		20,5	79,0	2,8	17,1	86	
20'		27,3	79,2	2,8	23,7	89	
25'		34,2	(79,2)	(2,8)	(30,3)	(91)	Vidange de la cuve
30'	"	41,0	79,2	2,8	36,9	92	

 $D_r = 0,7 \text{ mm}$ Durée de vidange de la $D_r = 4'$ $R_s = 79,2 \quad K_R = 97\%$

Tableau 10

Parcelle : 3

Date : 21/04/86

Pluie n°3

$I_p = 82$ mm/h

$I_k = 110$

Heure début : 16h57

Heure fin : 17h07

Durée de la pluie 10'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	observations
5'	82	6,8	72,0	10,0	6,0	88	
10'	"	13,7	81,6	0,4	12,8	93	

Observations: parcelle aspergée avec des seaux d'eau avant le début de la pluie.

Début d'écoulement immédiat.

R_x

Tableau 11

Parcelle : 3

Date : 21/04/1986

Pluie n°4

 $I_p = 82$ mm/h $I_k = 112$

Heure début : 17h24

Heure fin : 17h45'

Durée de la pluie 21'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
5'	82	6,8	0	82,0	0	0	
10'	"	13,7	64,8	17,2	5,4	39	
15'		20,5	69,6	13,4	11,2	55	
20'	"	27,3	69,6	13,4	17,0	62	

 $D_r = 0,7$ mmDurée de vidange de la $D_r = 4'30''$

Observations: parcelle labourée en surface sur 5 cm de profondeur avant la pluie

Tableau 12

Parcelle : 4

Date : 22/04/1986

Pluie n°1

$I_p = 30'$ à 42 mm/h
40' à 84 mm/h

$I_k = 0$

Heure début : 10h25'

Heure fin : 11h35'

Durée de la pluie 70'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{nf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
6'30	42	4,6	0	42,0	0	0	
10'	"	7,0	15,4	26,6	0,9	13	
15'		10,5	26,4	15,6	3,1	30	
20'		14,0	28,8	13,2	5,5	39	
25'		17,5	32,4	9,6	8,2	47	
30'	"	21,0	32,4	9,6	10,9	52	
35'	82,0	27,0	(69,6)	(14,4)	16,7	62	Changement de I_p
40'	"	34,0	73,2	10,8	22,8	67	
45'		41,0	73,2	10,8	28,9	70	
50'		48,0	(72,0)	(12,0)	(34,9)	(73)	Vidange de la cuve
55'		57,0	70,8	13,2	40,9	73	
60'		64,0	70,8	13,2	46,8	73	
65'		71,0	72,0	12,0	52,8	74	
70'	"	78,0	72,0	12,0	58,8	75	

$D_r = 0,6$ mm

Durée de vidange de la $D_r = 5'$

1.02 $R_r = 22,4$ $K_R = 77\%$
 1.82 $R_r = 77,0$ $K_R = 98\%$

Tableau 13

Parcelle : 4

Date : 22/04/1986

Pluie n°2

$I_p = 20'$ à 42 mm/h
 10' à 84 mm/h
 10' à 42 mm/h

$I_k = 66$

Heure début : 16h30'

Heure fin : 17h10'

Durée de la pluie 40'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
3'30	42	2,5	0	42,0	0	0	
5'	"	3,5	20,0	22,0	0,5	14	
10'		7,0	31,2	10,8	3,0	43	
15'		10,5	30,0	12,0	5,5	52	
20'		14,0	31,2	12,0	8,1	58	
25'	84	21,0	(72,0)	(12,0)	14,1	67	Changement de I_p
30'		28,0	73,2	10,8	20,2	72	
35'	42	31,5	(30,0)	(12,0)	22,7	72	Changement de I_p
40'	"	35,0	31,2	10,8	25,3	73	

$D_r = 0,7\text{mm}$

Durée de vidange de la $D_r = 3'30$

$I = 42$ $R_r = 31$ $K_e = 74$

$I = 84$ $R_r = 73,2$ $K_e = 87$

$I = 42$ $R_r = 31$ $K_e = 74$

Tableau 14

Parcelle : 4

Date : 23/04/1986

Pluie n°3

$I_p = 15'$ à 38 mm/h
 15' à 116 mm/h
 15' à 80 mm/h
 15' à 38 mm/h

$I_k = 72$

Heure début : 9h30'

Heure fin : 10h30'

Durée de la pluie 60'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
2'30	38	1,6	0	38,0	0	0	
5'	"	3,2	19,2	18,8	0,5	25	
10'		6,3	34,8	3,2	3,7	58	
15'	"	9,5	36,0	2,0	6,7	71	
20'	116	19,2	(99,6)	(20,4)	15,0	78	changement de I_p
25'		28,8	103,2	16,8	23,6	82	
30'	"	38,5	(103,2)	(16,8)	(32,2)	(84)	vidange de la cuve
35'	80	45,2	(81,6)	(-1,6)	39,0	86	changement de I_p
40'	"	51,8	78,0	2,0	45,5	88	
45'		58,5	75,6	4,4	51,8	89	
50'	38	61,7	(39,6)	(-1,6)	55,1	89	changement de I_p
55'	"	64,8	33,6	4,4	57,9	89	
60'	"	68,0	32,4	5,6	60,6	89	

$D_r = 0,5$ mm

Durée de vidange de la $D_r = 5'$

$I = 38$ $u_{kr} = R_r = 31$ $u_r = 55\%$

$I = 116$ $R_r = 103$ $u_r = 89\%$

$I = 80$ $R_r = 76$ $u_r = 95\%$

$I = 38$ $R_r = 33$ $u_r = 86\%$

Tableau 15

Parcelle : 5

Date : 24/04/1986

Pluie n°1

$I_p = 20'$ à 40 mm/h
 15' à 80 mm/h
 15' à 105 mm/h
 15' à 40 mm/h

$I_k = 0$

Heure début : 10h13'

Heure fin : 11h48'

Durée de la pluie 65'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
6'30	40	4,3	0	40	0	0	
10'	"	6,7	15,4	24,6	0,9	14	
15'	"	10,0	24,0	16,0	2,9	29	
20'	"	13,3	26,4	13,6	5,1	38	
25'	80	20,0	(66,0)	(14,0)	10,6	53	changement de I_p
30'	"	26,7	69,6	10,4	16,4	62	
35'	"	33,54	70,8	9,2	22,3	67	
40'	105	43,4	(98,4)	(6,6)	(30,5)	(70)	changement de I_p et vidange de la cuve
45'	"	53,4	99,6	5,4	38,8	73	
50'	"	63,4	99,6	5,4	47,1	74	
55'	40	66,7	(39,6)	(0,4)	50,4	76	changement de I_p
60'	"	70,0	33,6	6,4	53,2	76	
65'	"	73,9	33,6	6,4	56,0	76	

I_{40} $R_r = 26,4$ $K_r = 66\%$

I_{80} $R_r = 70$ $K_r = 81\%$

I_{105} $R_r = 99,6$ $K_r = 95\%$

I_{40} $R_r = 33,6$ $K_r = 84\%$

Tableau 16

Parcelle : 5

Date : 24/04/1986

Pluie n°2

 $I_p = 40$ mm/h $I_k = 65$

Heure début : 16h50

Heure fin : 17h50'

Durée de la pluie 60'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
3'	40	2,0	0	40,0	0	0	
5'	"	3,3	27,0	13,0	0,9	27	
10'		6,6	31,2	8,8	3,5	53	
15'		10,0	33,6	6,4	6,3	63	
20'		13,3	33,3	6,4	9,1	68	
25'		16,6	36,0	4,0	12,1	73	
30'		20,0	37,2	2,8	15,2	76	
35'		23,3	36,0	4,0	18,2	78	
40'		26,6	36,0	4,0	21,2	80	
45'		30,0	36,0	4,0	24,2	81	
50'		33,3	(36,0)	(4,0)	(27,2)	(82)	vidange de la cuve
55'	"	36,6	36,0	4,0	30,2	82	
60'	"	40,0	33,6	6,4	33,0	83	

 $D_r = 0,4$ mmDurée de vidange de la $D_r = 3'$ $I = 40$ $R_r = 36$ $K_e = 80\%$

Tableau 17

Parcelle : 6

Date : 25/04/1986

Pluie n°1

$I_p = 15'$ à 78 mm/h
 15' à 116 mm/h
 15' à 78 mm/h
 15' à 38 mm/h

$I_k = 0$

Heure début : 10h

Heure fin : 11h

Durée de la pluie 60'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
5'	78,0	6,5	0	78,0	0	0	
10'	"	13,0	37,2	40,8	3,1	24	
15'	"	19,5	58,8	19,2	8,0	41	
20'	116,0	29,2	(91,2)	(24,8)	15,6	53	changement de I_p
25'	"	38,9	97,2	18,8	23,7	61	
30'	"	48,6	99,6	16,4	32,1	66	
35'	78,0	55,1	(67,2)	(10,8)	(37,6)	(68)	changement de I_p et vidange de la cuve
40'	"	61,6	67,2	10,8	43,2	70	
45'	"	68,1	66,0	12,0	47,2	72	
50'	38,0	71,3	(30,0)	(8,0)	51,3	72	changement de I_p
55'	"	74,5	28,8	9,2	53,7	72	
60'	"	77,7	27,6	10,4	56,0	72	

$D_r = 0,3$ mm

Durée de vidange de la $D_r = 2'$

$I = 78$ $R_v = 58,8$ $K_e = 75\%$

$I = 116$ $R_v = 99,6$ $K_e = 85\%$

$I = 78$ $R_v = 67,2$ $K_e = 86\%$

$I = 38$ $R_v = 27,6$ $K_e = 74\%$

Tableau 18

Parcelle : 6

Date : 25/04/1986

Pluie n°2

 $I_p = 78$ mm/h $I_k = 70$

Heure début : 16h05

Heure fin : 17h05'

Durée de la pluie 60'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
2'30	78	3,3	0	78,0	0	0	
5'	"	6,5	48,0	30,0	2,0	31	
10'		13,0	67,2	10,8	7,6	58	
15'		19,5	73,2	4,8	13,7	70	
20'		26,0	72,0	6,0	19,7	76	
25'		32,5	73,2	4,8	25,8	79	
30'		39,0	70,8	7,2	31,7	81	
35'		45,4	(72,0)	(6,0)	(37,7)	(83)	vidange de la parcelle
40'		52,0	73,2	4,8	43,8	84	
45'		58,5	72,0	6,0	49,8	85	
50'		65,0	70,8	7,2	55,7)	86	
55'		71,5	70,8	7,2	61,6	86	
60'	"	78,0	69,6	8,4	67,4	86	

 $D_r = 0,4$ mmDurée de vidange de la $D_r = 5'$

$I_p = 78$ $R_r = 70$ $K_R = 80\%$

Tableau 19

Parcelle : 1

Date : 26/04/1986

Pluie n°4

$I_p = 50'$ à 36 mm/h
 15' à 80 mm/h
 15' à 36 mm/h

$I_k = 1$

Heure début : 16h12'

Heure fin : 17h32'

Durée de la pluie 80'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
12'30	36	7,5	0	36	0	0	
15'	"	9,0	4,8	31,2	0,2	0,0	
20'	"	12,0	8,4	27,6	0,9	8	
25'	"	15,0					Une partie de l'écoulement se déverse hors de la cuve
30'	"	18,0					
35'	"	21,0	(19,2)	(16,8)			
40'	"	24,0	19,2	16,8			
45'	"	27,0	18,0	18,0			
50'	"	30,0	19,2	16,8			
55'	80	36,7	(28,8)	(51,2)			Changement de I_p
60'	"	43,3	(37,2)	(42,8)			
65'	"	50,0	(46,8)	(33,2)			Nettoyage des trous
70'	36	53,0	(27,6)	(8,4)			Changement de I_p
75'	"	56,0	16,8	19,2			
80'	"	59,0	19,2	16,8			

$D_r = 1,1$ mm

Durée de vidange de la $D_r = 10'$

Observations : Nombreux incidents

Tableau 20

Parcelle : 1

Date : 28/05/1986

Pluie n°5

$I_p = 100$ mm/h

$I_k = 0$

Heure début : 16h55'

Heure fin : 17h15'

Durée de la pluie : 20'

Observations : Début de l'écoulement à 2'30".

La pluie a été interrompue à cause d'une fuite de l'écoulement au niveau du cadre de la parcelle.

Tableau 21

Parcelle : 1

Date : 30/05/1986

Pluie n°6

 $I_p = 15'$ à 100 mm/h
 $35'$ à 50 mm/h
 $I_k = 16$

Heure début : 8h59'

Heure fin : 9h49'

Durée de la pluie : 50'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
4'	100,0	6,7	0	100,0	0	0	
10'	"	16,7	54,0	46,0	5,4	33	
15'	"	25,0	61,2	38,8	10,5	42	
20'	50,0	29,2	(30,0)	(20,0)	13,0	(45)	Changement de I_p
25'	"	33,3	26,4	23,6	15,2	46	
30'	"	37,5	27,6	22,4	17,5	47	
35'	"	41,7	30,0	20,0	20,0	48	
40'	"	45,8	30,0	20,0	22,5	49	
45'	"	50,0	32,4	17,6	25,2	50	
50'	"	54,2	31,2	18,8	27,8	51	

 $D_r = 1,8$ mmDurée de vidange de la $D_r = (8')$

Observations : Trous de la parcelle bouchés à partir de t inconnu.
 Les trous ont été débouchés après l'arrêt de la pluie.

Tableau 22

Parcelle : 1

Date : 03/06/1986

Pluie n°7

$I_p = 20'$ à 120 mm/h
 10' à 100 mm/h
 10' à 50 mm/h

$I_k = 12$

Heure début : 16h20'

Heure fin : 17h00'

Durée de la pluie : 40'

t	$I_p(t)$ mm/h	$H_p(t)$ mm	R(t) mm/h	$I_{inf}(t)$ mm/h	$L_r(t)$ mm	$K_r(t)$ %	Observations
2'	120	4,0	0	120	0	0	
5'	"	10,0	56,0	64,0	2,8	28	
10'	"	20,0	81,6	38,4	9,6	48	
15'	"	30,0	94,8	25,2	17,5	58	
20'	"	40,0	92,4	27,6	25,2	63	
25'	100	48,3	(80,4)	(19,6)	31,9	66	Changement de I_p
27'30"	"	52,5	(64,8)	(35,2)	(34,6)	66	Vidange de la cuve.
30'	"	56,7	76,8	23,2	37,8	67	
35'	50	60,9	(42,0)	(8,0)	41,3	68	Changement de I_p
40'	"	65,0	36,0	14,0	44,3	68	

$D_r = 0,5$ mm

Durée de vidange de la $D_r = 4'$

ANNEXE 2

FIGURES 4 à 9

Figure 4: Parcelle n° 1 Entrepôt ORSTOM

Pluie n° 1-2-3-3bis-4-7

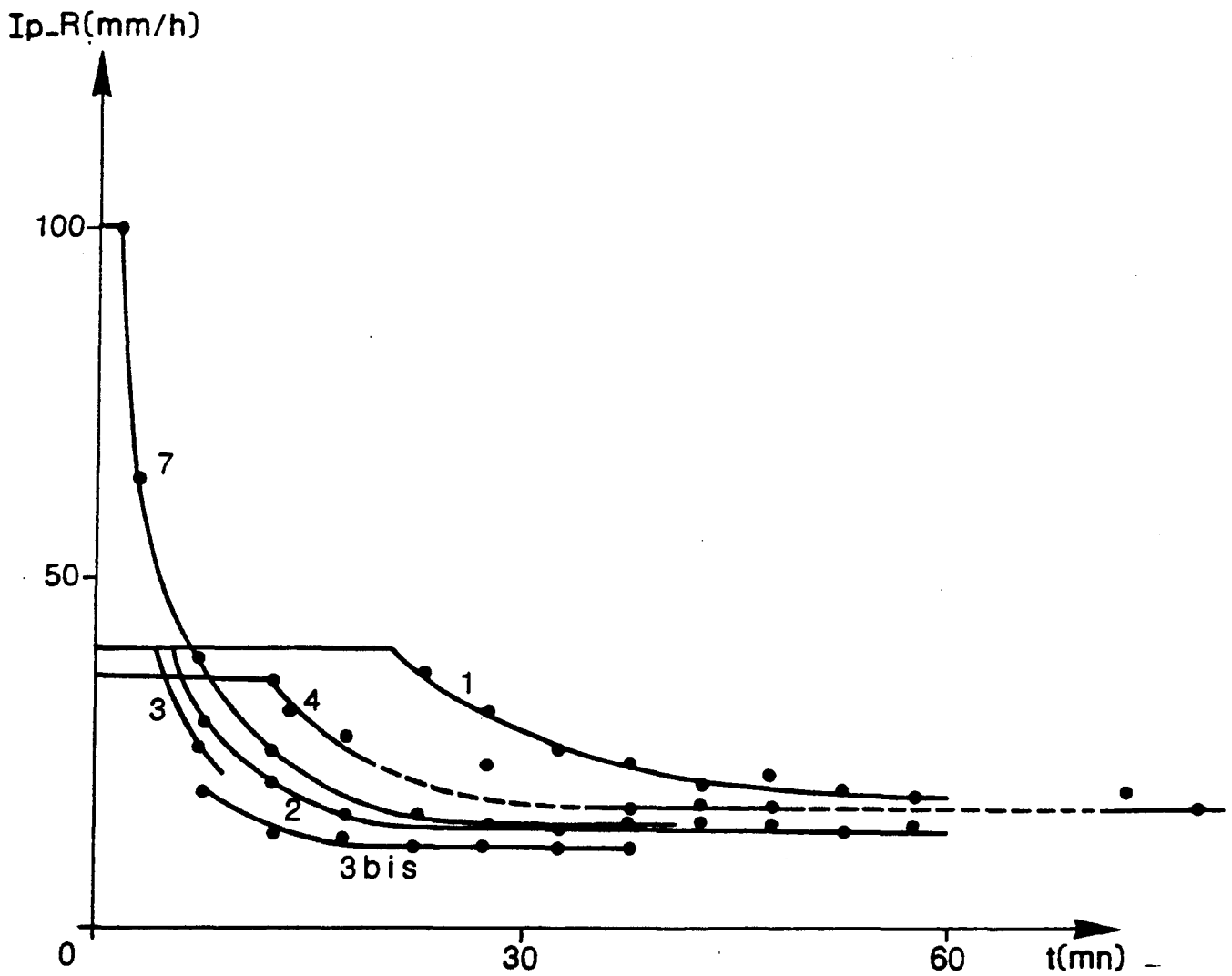


Figure 5 : Parcelle n° 2 Bureau ORSTOM

Pluies n° 1_2_3

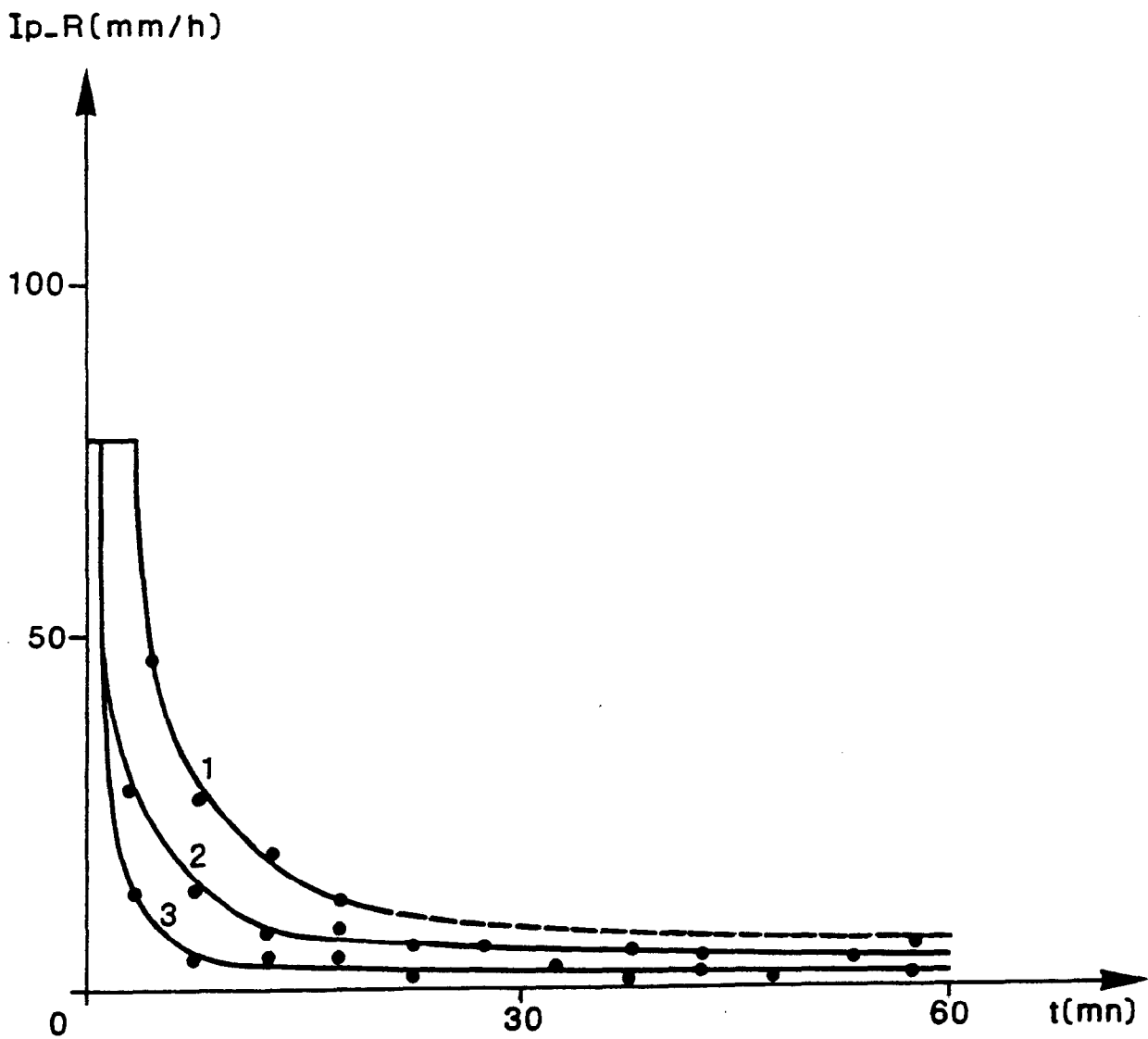


Figure 6: Parcelle n° 3 Jardin Boukoki I

Pluies n° 1_2_3_4

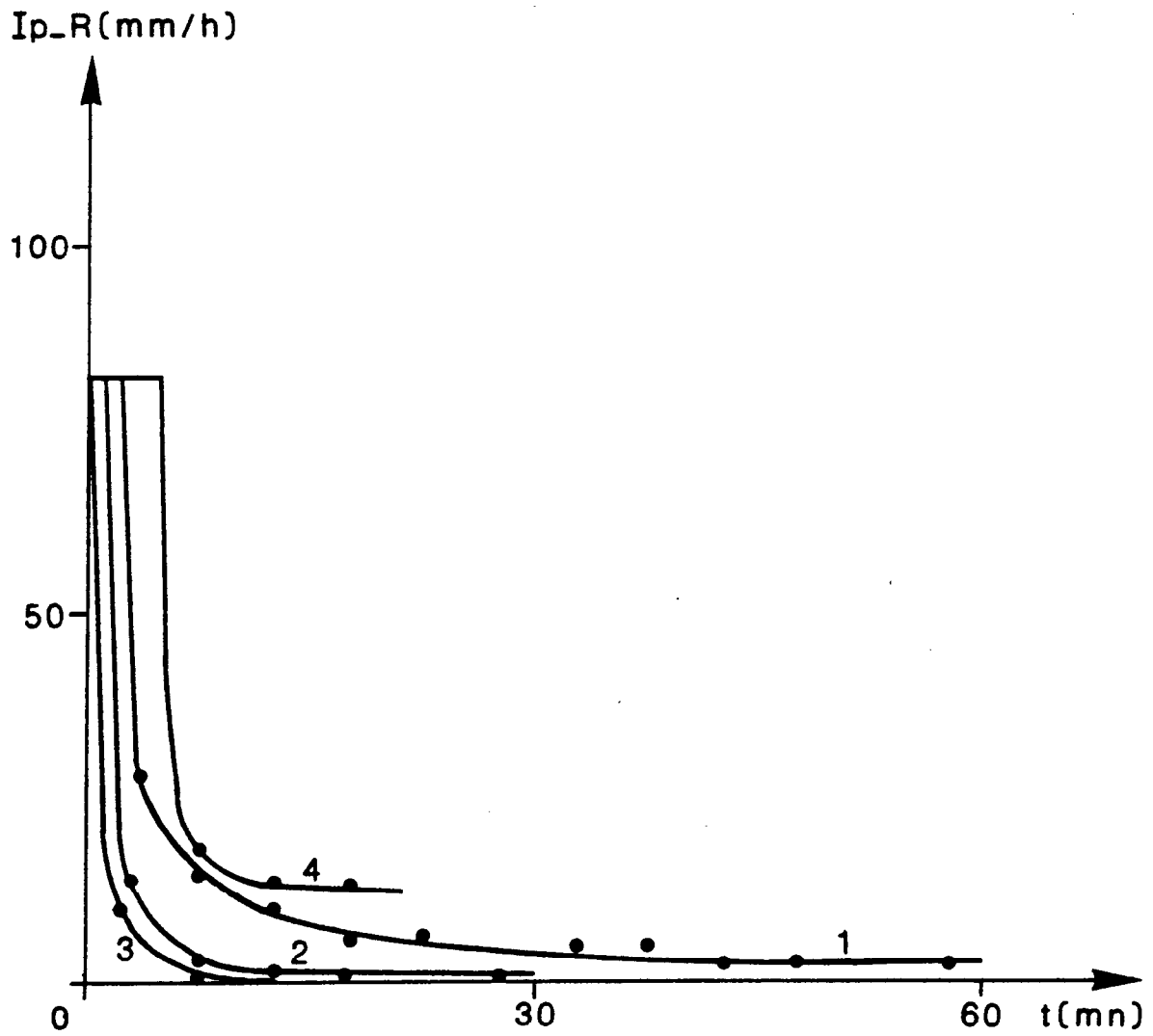


Figure 7: Parcelle n° 4 Jardin Boukoki II

Pluies n° 1- 2- 3

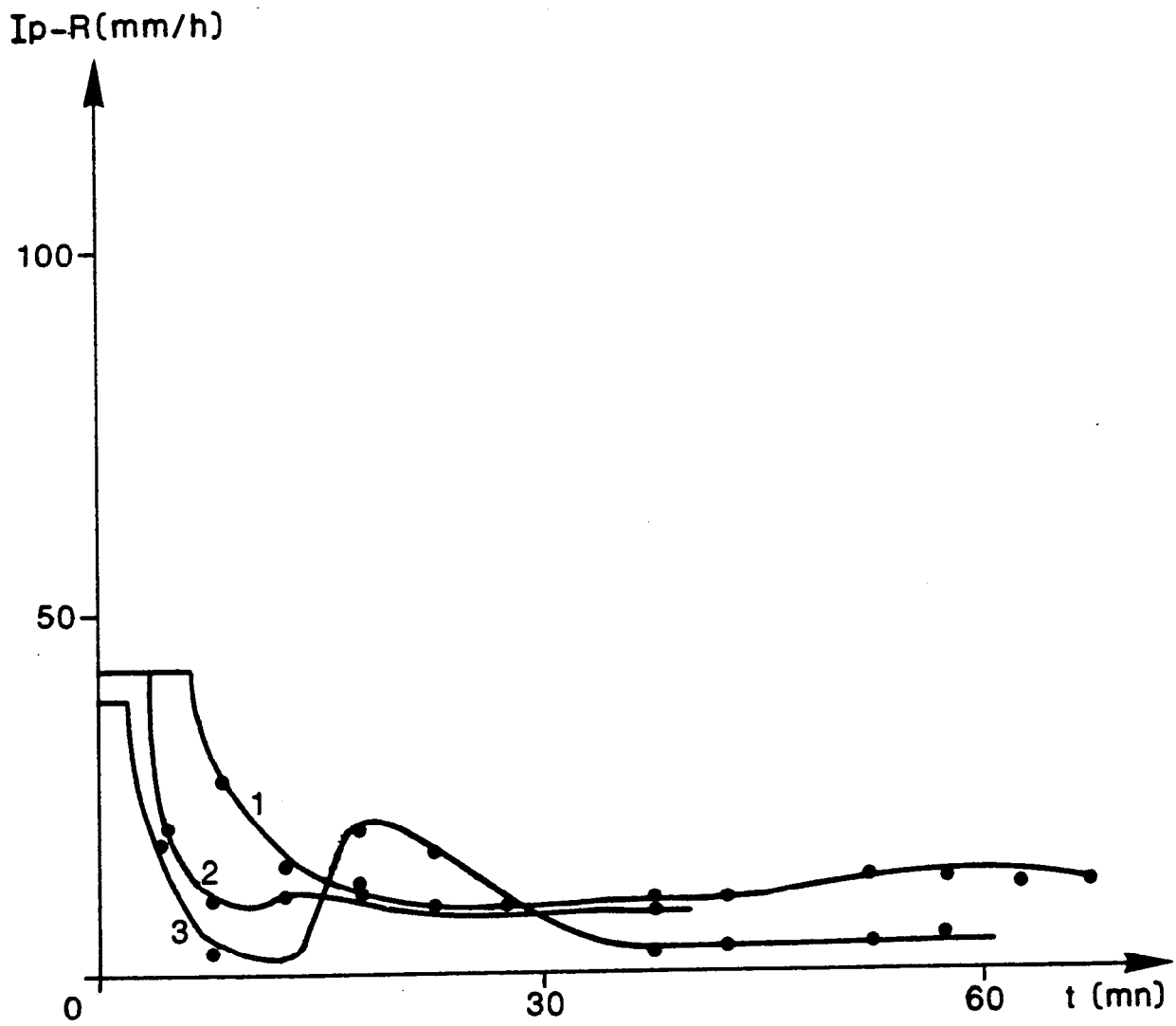


Figure 8 : Parcelle n° 5 Ecole Soni ALIBER I

Pluies n° 1-2

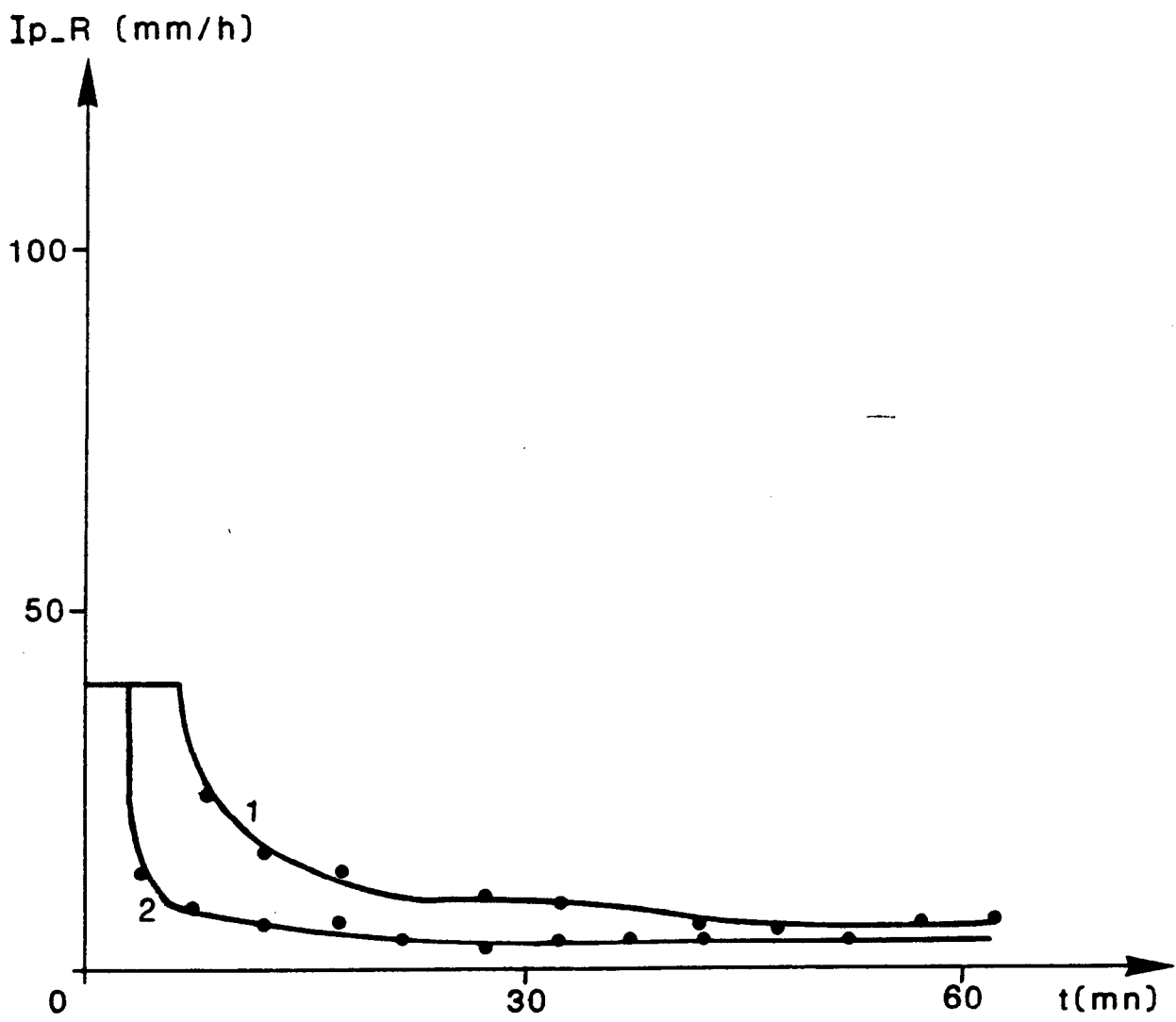


Figure 9: Parcelle n° 6 Ecole Soni ALIBER II

Pluies n° 1_2

