

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
(O R S T O M)
B.P. 11416 NIAMEY REPUBLIQUE DU NIGER

U R B 12 / HYDROLOGIE

ETUDE DES RELATIONS PLUIES - DEBITS
A L'AIDE D'UN SIMULATEUR DE PLUIE SUR
UN PETIT BASSIN SAHELIEN
(BANIGOROU - Rép du NIGER)

66
16 62 M 22 00 03
CAT

N° 1144
N° 1801



R. GATHELIER
A. CASENAVE
J.P. BRICQUET
J.M. DELFIEU



DESCRIPTION DU BASSIN

LA CAMPAGNE DE SIMULATION DES PLUIES

ANALYSE DES DONNEES DE BASE

**APPLICATION DU MODELE SIMULATEUR
A L'ETUDE HYDROLOGIQUE DU BASSIN**

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

I. DESCRIPTION DU BASSIN

1) Situation et morphologie (fig. 1 et 2)

Le bassin de BANIGOROU est situé à 200 km de NIAMEY en rive gauche du NIGER. Le village du même nom est installé au bord du NIGER et a pour coordonnées :

12° 15' N

3° 05' E

La superficie du bassin est de 17,3 km²; il est de forme à peu près rectangulaire. L'indice de compacité est de 1,35 et la longueur du rectangle équivalent de 7,82 km. L'indice de pente global $I_g = 6,5$ m/km permet de classer ce bassin en R3 dans la classification ORSTOM.

2) Géologie Pédologie

La sédimentation gréseuse du miopliocène constitue la base du substratum de ce bassin. Les affleurements sont rares car le plateau gréseux à l'est est recouvert d'une ancienne cuirasse latéritique. Ce plateau est entaillé de larges ravines d'érosion qui se perdent rapidement dans les colluvions sablo-argileuses de piémont.

Le versant proprement dit occupant la surface comprise entre la piste SAMBERA - KOULOU et le plateau repose sur des sols ferrugineux tropicaux assez sableux en surface. Les eaux issues des ravines d'érosion s'y répandent en nappe.

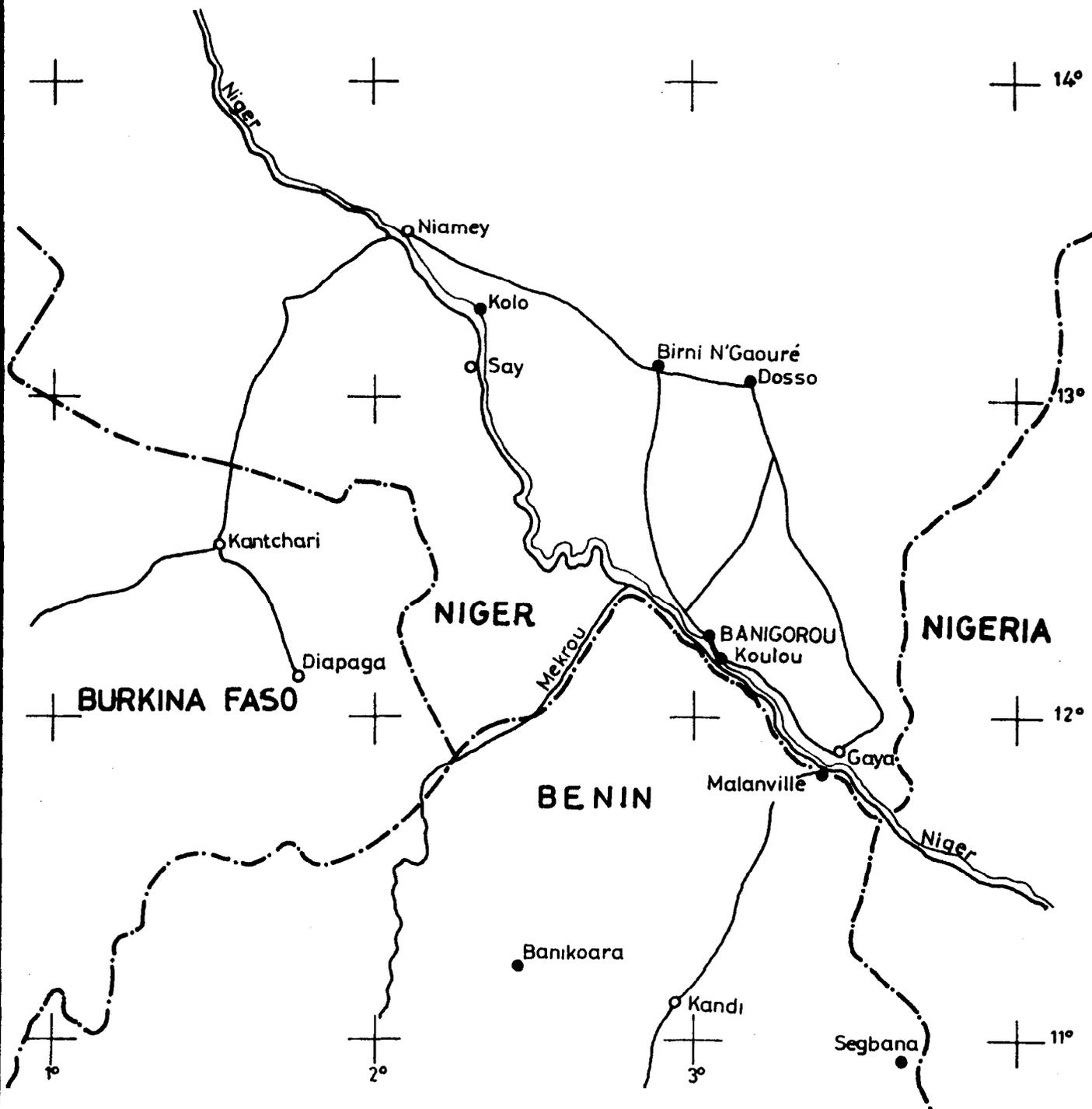
La piste KOULOU - SAMBERA marque la brutale séparation des sols ferrugineux et des sols bruns hydro morphes.

Seules quelques rigoles traversant la piste assurent un écoulement entre ces deux zones et forment des lits assez bien marqués jusqu'aux zones marécageuses préduinaires.

Au pied de la dune littorale sableuse (ouest du bassin) s'étend une vaste plaine d'épandage formée d'un sol brun hydromorphe limono-argileux très compact et qui présente des fentes de retrait en saison sèche.

Carte de situation des bassins de KOULOU

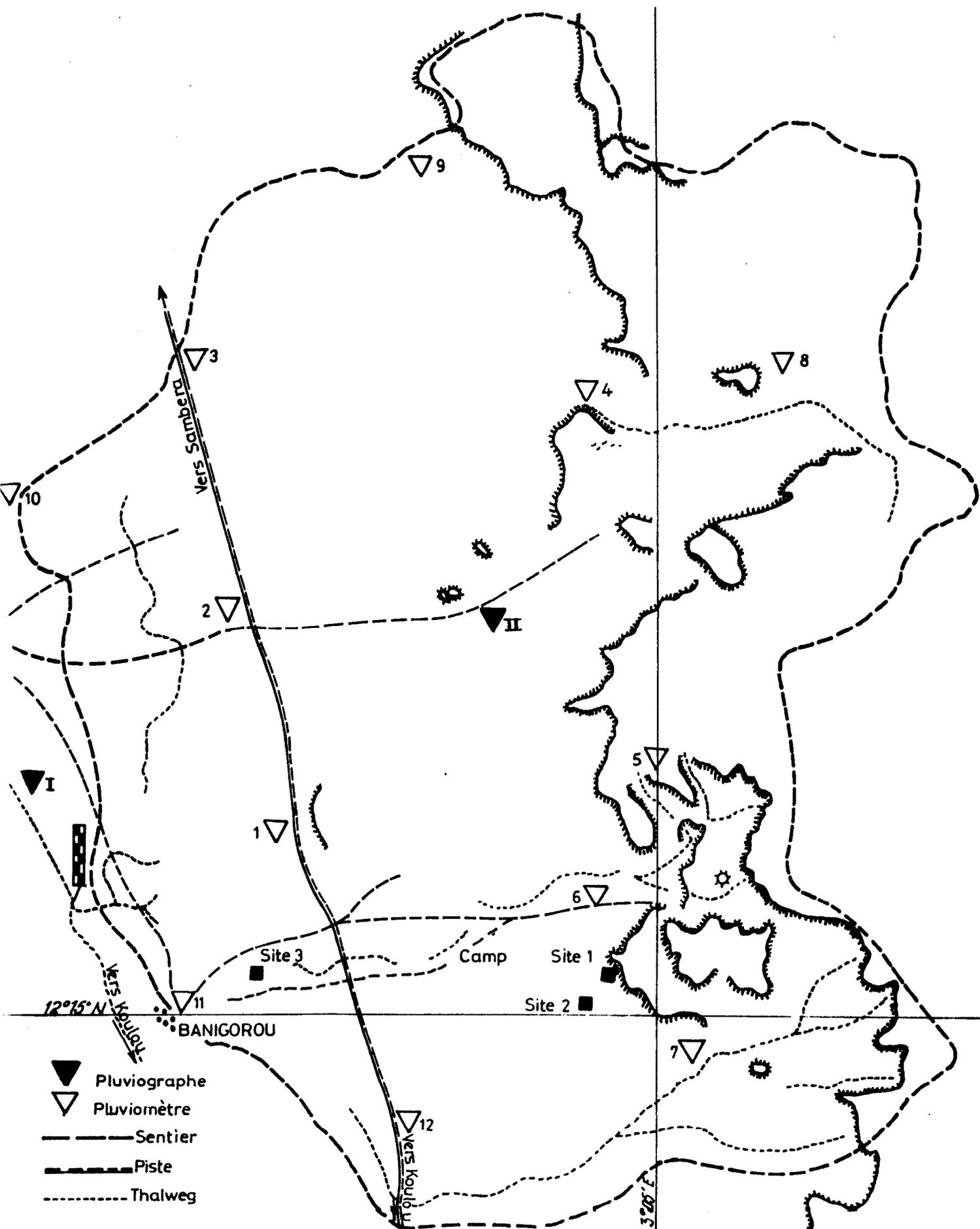
Echelle : 1/2.000.000^e



BASSIN DE BANIGOROU

NO: 2

Ech: 1/20 000^{eme} environ



ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
- POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Mission au Niger

3) Cartographie des organisations superficielles. (fig. 3)

Cette cartographie a été faite par C. VALENTIN et J.M. IRIS (26/3/85) distinguant 10 unités cartographiques :

UNITE N° 1

Cette unité occupe le plateau cuirassé ainsi que les fortes pentes situées au pied de la falaise.

La végétation est composée d'arbustes (*Accacia caffra* et *ambretum micranthum*) au port en touffe couvrant 30 % de la surface du sol. Les pentes fortes sont essentiellement couvertes de cailloux et de pierres enchassées sur le tiers de leur hauteur, des zones pelliculaires nues subsistent et forment des replats dans la pente où s'individualisent des marques d'érosion en marche d'escalier. Ces plages nues représentent 10 % à 15 % de la surface.

Environ 10 % de cette unité est constituée d'affleurements gréseux en domes auréolés de cuirasses et de blocs de cuirasse démantelés.

UNITE N° 2

Cette unité cartographique a également été décrite sur le plateau cuirassé, elle correspond à une dégradation plus poussée du matériau et à une érosion beaucoup plus importante.

La végétation y est exclusivement arbustive et associée à des termitières épigées d'environ 2 m de hauteur disposées régulièrement tous les 20 m.

Situées sur la bordure des plateaux les surfaces de cette unité sont issues du décapage des horizons superficiels faisant affleurer un matériau rouge pelliculaire couvert de dépôts éoliens très récents jaunes. Les pellicules noirâtres, millimétriques sont bien individualisées. Elles contiennent une forte proportion de particules fines. Environ 15 % de la surface est gravillonnaire, les éléments grossiers sont enchassés dans la pellicule matricielle.

UNITE N° 3

Cette unité est développée sur les buttes résiduelles gréseuses en forme de "dos de baleine" d'une hauteur de 4 m, allongées sur 300 m situées sur le versant qui occupent 2 % de la surface du Bassin.

Le sommet est couvert d'une végétation arborée peu dense couvrant 12 % de l'unité. Les rebords sont occupés par une végétation arbustive épineuse qui couvre 20 % de la surface. Le tapis herbacé est très disséminé.

Dans les chaos rocheux qui auréolent les sommets 30 % de la surface du sol est nue, couvert d'un dépôt sableux bouillant qui repose sur une pellicule fragile.

La partie supérieure des buttes peut être le lieu d'un endoréisme local qui occupe environ 40 % des surfaces. La surface du sol est caractérisée par une pellicule brune consolidée par des développements végétaux de surface (algues ou lichens). De texture fine, elle enchasse les gravillons et des cailloux issus du démantèlement du chaos (50 % de ces surfaces pelliculaires est constituée par ces cailloux). Son origine peut être liée à la présence de mares temporaires.

UNITE N° 4

Cette unité se dispose en auréole au pied des falaises de l'amont du bassin.

La végétation y est dispersée, constituée de grands arbres (*Bambax costetum*) et d'arbustes (*Ximenia Americana*) le plus souvent associés à des termitières épigées construites régulièrement tous les 50 m. Le couvert végétal naturel est très faible.

L'essentiel de cette unité est cultivée de mil en poquet.

La topographie de surface présente un léger microrelief associé à la mise en culture, de 2 cm d'amplitude et de 30 cm de large; l'activité des termites et des fourmis est importante sous culture.

La surface est entièrement couverte d'une couche de sables moyens bouillant de 2 à 3 cm d'épaisseur reposant sur un micro-horizon de sables fins cimentés en une croûte peu cohérente. La porosité vésiculaire, indicatrice de réorganisations superficielle y est très abondante sur 3 mm.

.../...

CARTE DES ETATS DE SURFACES
BASSIN DE BANIGOROU
REPUBLIQUE DU NIGER

FIG. 3



- | | | | |
|--|---------|---|----------|
|  | UNITE 1 |  | UNITE 7 |
|  | UNITE 2 |  | UNITE 8 |
|  | UNITE 3 |  | UNITE 9 |
|  | UNITE 4 |  | UNITE 10 |
|  | UNITE 5 | | |
|  | UNITE 6 | | |

Ce microhorizon repose sur la pellicule plasmique de 1 à 3 mm, brun clair dont la porosité vésiculaire est très développée. La pellicule plasmique englobe des sables fins et grossiers, elle est fragile et repose sur un horizon sableux brun jaune meuble peu structuré. Localement des langues de terre rouge ocre peuvent remplacer cet horizon sableux, il s'agit généralement d'anciennes termitières effondrées couvertes par les apports colluviaux.

UNITE N° 5

Cette unité a été décrite dans la partie Nord du bassin, dans la forêt classée de KOULOU.

La végétation essentiellement arbustive, régulièrement répartie sur la surface est localement associée en bouquets. Ça et là le paysage est parsemé de grandes termitières épigées. Le recouvrement végétal atteint 60 %.

La surface du sol présente un microrelief associé à la végétation : au pied des arbustes une microbutte sableuse de 20 cm de hauteur et 1,5 m de diamètre se développe, composée de sables moyens jaunes bouillant légèrement encroûtés à la surface. L'activité faunique est importante sous la croûte et forme des chambres centimétriques.

Les cuvettes constituent localement un petit réseau d'écoulement en rigoles de 10 cm de profondeur et 70 cm de large. Elles sont couvertes d'un horizon sableux bouillant gris cendré, fin reposant sur une croûte fragile légèrement plus cohérente.

Les organisations superficielles observées sont discrètes dans cette unité qui est la plus couverte par la végétation.

UNITE N° 6

Cette unité cartographique est formée d'une association de microbuttes sableuses et de zones nues pelliculaires. Elle occupe la partie médiane du bassin. La végétation arborée est disséminée régulièrement et couvre environ 5 % de la surface, localement sous forme de bosquets de 5 ou 6 arbres.

L'activité de la mésofaune (termites et fourmis) est observable par les placages en tâches allongées ou en réseaux de quelques dizaines de mètres de long.

Le microrelief associé le plus souvent au pied des arbustes est peu accentué (7 cm de hauteur et 10 m de diamètre), il est constitué d'un microhorizon de sables fins inférieur à 1 mm peu cohérent, d'une pellicule plasmique noire rugueuse fragile mais rigide, consolidée par des algues. Cette pellicule de 1 mm d'épaisseur est très piétinée par le bétail, elle repose sur un microhorizon sableux assez poreux.

Sur 5 cm environ la succession pellicule-microhorizon sableux se reproduit par polycyclisme.

Les dépressions sont légèrement gravillonnaires, un microhorizon de 1 cm d'épaisseur, sableux repose sur une pellicule discontinue brunâtre, fissurée par un réseau de fentes hexagonales.

Des tâches nues d'environ 70 m de diamètre, communiquant les unes avec les autres sont le siège d'une érosion en nappe intense. La concentration des écoulements induit la formation de "marches d'escalier" caractéristiques à l'aval desquelles la pellicule plasmique affleure.

UNITE N° 7

Cette unité est caractérisée par une topographie rigoureusement plane marquée par un endoréisme généralisé. La végétation y est soit totalement absente, et c'est alors un terme de dégradation ultime, soit exclusivement composée d'un peuplement couvert d'Accacia Seyal (3 % de la surface). La végétation herbacée couvre au maximum 5 % de la surface du sol.

Au cours de la saison pluvieuse cette zone est inondée.

La surface est constituée d'un microhorizon de sables fins éoliens discontinu (30 % de la surface), reposant sur une pellicule squameuse fragmentée et piétinée incluant des résidus végétaux. Cette pellicule de texture fine paraît s'être formée par décantation, elle est polycyclique sur 1 cm d'épaisseur. Entre les feuillets ainsi constitués le matériau agrégé présente une porosité vésiculaire fine et des tâches d'hydromorphie.

Le réseau de fentes polygonales de 30 cm de côté pénètre dans le sol jusqu'à 20 cm de profondeur. Il traverse un horizon gris à structure polyédrique anguleuse, hydromorphe, et un horizon d'une dizaine de centimètres d'épaisseur gris clair, décoloré par des périodes d'engorgement assez longues. A partir de 20 cm de profondeur le profil de sol est massif, brun gris foncé, caractérisé par une granulométrie fine et des contrastes de couleurs nets. A 110 cm le matériau est frais et les faces des éléments structuraux sont tapissées de radicelles en activité.

UNITE N° 8

Cette unité est constituée d'un chapelet de mares et du réseau hydrographique qui entoure l'unité n° 7. Le modelé est formé de dépressions allongées de 20 m à 50 m de large communiquant entre elles.

La végétation arborée est dense (30 % de la surface) en bosquets. Localement la végétation arbustive peut couvrir 40 % de la surface. Les plus grandes dépressions sont cependant nues. L'activité de la faune est caractérisée par de grandes termitières donjon plus au moins érodées.

La surface du sol est très perturbée par le piétinement des animaux venant s'abreuver. Le micromodelé est composé de buttes de 10 à 15 cm de hauteur et de 20 cm de diamètre; le matériau limonoargileux est cohérent, hydromorphe. Les dépressions sont comblées de sables fins bouillant et de débris de pellicule plasmique fragile. Les sables comblent en partie le réseau de fentes de retrait polygonales larges de 2 à 3 cm et profondes de 25 cm environ.

UNITE N° 9

La dune littorale est cultivée sur 80 % de sa longueur, elle est constituée de sables fins.

La végétation se concentre sur ses bordures, essentiellement composée de palmiers Doum et de Roniers. La surface du sol est couverte de résidus de récolte de mil (tiges couchées recouvrant 10 % de la surface).

Les organisations de surface sur la pente sont composées d'un micro-horizon sableux fin cohérent, polylamellaire sur 3 cm de profondeur reposant sur un horizon sableux boulant ou légèrement agrégé.

UNITE N° 10

Cette unité est constituée par la dune septentrionale; elle est caractérisée par l'absence de culture et de très nettes figures de dégradation. La végétation arbustive est très discrète.

La surface du sol est composée d'un dépôt sableux boulant couvrant 10 % du sol et développé sur des microbuttes de 20 cm de hauteur, allongées de 1,5 m x 15 m. La croûte sableuse sous jacente est polyphasée sur 3 cm d'épaisseur et repose sur un horizon sableux cohérent.

L'érosion éolienne, en éliminant le microhorizon sableux de surface engendre une organisation superficielle squameuse fine polyphasée reposant directement sur les sables cohérents jaunes.

L'érosion hydrique en ravines dénude les horizons minéraux sablo-argileux qui apparaissent fissurés selon un réseau polygonal. Le matériau lui-même est marqué par une hydromorphie vraisemblablement héritée. Cette hydromorphie se retrouve également dans les horizons sableux décapés.

II LA CAMPAGNE DE SIMULATION DE PLUIES

Le simulateur de pluie utilisé pour cette campagne est le modèle mis au point par l'ORSTOM à ABIDJAN (ASSELIN 1981, CASENAVE 1982).

1. Sites expérimentaux

Le choix des sites a été déterminé lors de deux reconnaissances du bassin l'une en Novembre 1984 (CASENAVE, DELFIEU, GATHELIER), l'autre en Février 1985 (CASENAVE, GATHELIER).

2. Descriptions des parcelles expérimentales.

Parcelle 1

Elle est installée sur une pente relativement forte (6 %) au milieu d'une végétation arbustive dense (30 % de la surface du site) composée principalement de *Cambretum micranthum*.

Le microrelief lié aux écoulements issus de la falaise est formé de buttes allongées de 40 cm de hauteur sur 15 m de large. La parcelle est approximativement située au sommet d'un interfluve entre deux rigoles.

La surface décrite après la troisième pluie simulée est couverte d'un pavage gravillonnaire homogène enchassé dans une pellicule fragile de sables qui présente une porosité vésiculaire développée de 2 mm de diamètre.

Plus profondément le sol présente un niveau gravillonnaire entre 10 et 20 cm dans un matériau sablo-argileux à sables structurés polyédriques anguleux.

Parcelle 2

Cette parcelle est disposée à l'aval à la précédente, dans le prolongement d'une ravine peu profonde. La surface est composée d'un microhorizon de sables fins et grossiers occupant 60 % de la surface de la parcelle dans lequel des gravillons (30 % de la surface de la parcelle) sont enchassés. Ce microhorizon repose sur une pellicule plasmique poreuse affleurant sur 7 % de la surface. Le profil pédologique est composé d'un horizon gravillonnaire sableux jusqu'à 25 cm de profondeur, puis d'un horizon rouge ocre argilo-sableux à sable fin.

Des figures en piedestal et en marches d'escaliers de faible amplitude atteste d'un ruissellement important.

Parcelle 3.

Cette parcelle est représentative de la surface cultivée. Deux pieds de mil occupent deux angles du cadre. La surface est formée d'un microhorizon sableux, légèrement pris en masse à sa base et reposant sur une pellicule plasmique fine, irrégulière et fragile englobant des sables grossiers. Le matériau sous jacent est sableux bouillant, localement on observe une succession de niveaux pelliculaires sur 3 cm.

Après la pluie l'activité faunique, et notamment les termites réorganisent la surface le long des tiges de mil couchées au sol. De rares figures en piedestal indiquent une érosion non négligeable.

Parcelle 4

Cette parcelle a été labourée avant la simulation de pluie, ses tiges de mil couvrent moins de 1 % de la surface. La mise en culture a provoqué un léger microrelief de 2 cm de hauteur à l'amont de la parcelle.

La surface du sol est composée d'une couche de sables grossiers bouillants, épaisse de 2 cm couvrant 50 % de la parcelle. Un microhorizon de sable fin cohérent dont la porosité vésiculaire est très marquée couvre une pellicule plasmique également poreuse, irrégulière, enchassant des sables fins et grossiers. La transition entre ces deux microhorizons est peu nette, l'horizon sous jacent est meuble et de couleur rouge (2, 5YR 5/6). Son origine est très vraisemblablement liée à une termitière située à 3 m de la parcelle.

Parcelle 5

Cette parcelle expérimentale est installée sur une tache sans végétation. A l'amont de la parcelle la surface du sol est parsemée régulièrement de gravillons centimétriques inclus dans les microhorizons sous jacents. Des sables grossiers couvrent 20 % de la surface. Ils sont disposés à l'amont de la parcelle et selon une bande médiane de 20 cm de large. Une pellicule plasmique épaisse de 1 mm à 5 mm affleure sur 40 % de la surface. Elle présente une porosité vésiculaire très marquée. Sur 40 % de la parcelle cette pellicule est couverte d'un fin microhorizon de sables fins poreux. Aux endroits où elle affleure la pellicule est couverte d'algues grisâtres.

Ces micro différenciations superficielles reposent sur un horizon pédologique cohérent ocre.

parcelle 6

Cette parcelle enherbée est couverte de petites touffes réparties régulièrement tous les 10 cm, et de placages de récoltes de termites occupant 20 % de la surface. 80 % de la surface sont couverts d'un microhorizon fin de sable grossier peu cohérent et d'un microhorizon de sable moyen. La pellicule plasmique très fine est continue et présente une porosité vésiculaire nette, elle est localement polyphasée.

Le premier horizon pédologique est sableux grossier et massif.

Parcelle 7

Cette parcelle est située sur la partie inférieure de la dune littorale cultivée en mil. Après une pluie décennale la surface du sol est homogène sur la parcelle et présente peu de réorganisations superficielles.

Parcelle 8

Cette parcelle correspond, dans l'unité cartographique n° 7 aux surfaces couvertes d'un recouvrement sableux de quelques centimètres reposant sur la surface argileuse fissurée. Après une pluie décennale les effets du ruissellement sont très nets. Deux chenaux convergent vers l'exutoire de la parcelle, encaissés par des microbuttes sableuses. La surface pelliculaire humide couvre, 10 % de la surface, le reste étant occupé par des agrégats sablo-argileux millimétriques.

Parcelle 9

La surface du sol est pour 70 % constituée d'un microhorizon fin de sable grossier reposant sur une pellicule plasmique cohérente qui affleure sur 30 % de la surface. La porosité vésiculaire y est développée.

Parcelle 10

Sur cette parcelle on a procédé à un labour standardisé Wischmeier. La pluie a provoqué la formation en surface d'un encroûtement peu cohérent de sable moyen sur lequel subsistent des agrégats centimétriques de couleur sombre associés aux lignes de ruissellement. Un dépôt sableux occupe l'aval de la parcelle.

Représentativité des parcelles

Unité cartographique	% de la parcelle du bassin	Parcelle	% de l'unité par parcelle
1	27	P 1	100
2	3	P 9	100
3	1	P 2	100
4	12	P 3 P 5	85 15
5	15	P 6	100
6	25	P 5 P 4	90 10
7	11	P 8 P 9 P 10	15 80 5
8	3	P 9	100
9	2	P 7	100
10	1	P 6	100

Les pentes du sol pour les différentes parcelles sont respectivement les suivantes de P1 à P10 : 5,5 % ; 6,5 % ; 3 % ; 3,5 % ; 2,5 % ; 5 % ; 4,5 % ; 3,5 % ; 4 % ; 3 %.

3 Protocole des pluies simulées

Afin de suivre au mieux les conditions climatiques de la région, la forme et la taille des pluies simulées doivent répondre aux conditions suivantes :

- averse à pointe d'intensité unique
- taille de chaque averse ne dépassant pas la hauteur de pluie journalière de fréquence annuelle ou décennale
- total des pluies sur une parcelle inférieur à la valeur de la pluviométrie moyenne interannuelle.
- composantes intensité-durée-fréquence suivant le mieux possible celles communément admises pour la région .

La pluviométrie moyenne interannuelle à la station de KOULOU est estimée à 800 mm.

Les pluies de récurrence annuelle et décennale sont estimées à 55 mm et 115 mm.

Les pluies simulées annuelles sont constituées de la succession des intensités suivantes :

10 minutes à	30 mm/h
10 "	à 120 "
10 "	à 80 "
10 "	à 60 "
10 "	à 40 "

Soit une pluie de 55 mm en 50 minutes.

Les pluies simulées décennales avaient la forme suivante :

30 minutes à	30 mm/h
10 "	à 60 "
10 "	à 140 "
10 "	à 120 "
10 "	à 100 "
10 "	à 80 "
25 "	à 40 "

Soit un total de 115 mm en 1 h 45. Nous n'avons que rarement obtenu cette valeur de 115 mm car le réglage de l'intensité 140 mm/h n'a pu être obtenu (généralement autour de 130 mm/h).

Les hyétogrammes de ces deux pluies sont représentés sur la fig. 4.

Sur chaque parcelle six pluies simulées ont été faites, 2 pluies "décennales" sur un sol sec (1ère pluie) et une sur sol très humide (6ème pluie) et 4 pluies "annuelles".

La succession des pluies sur chaque parcelle est indiquée dans le tableau suivant

Protocole sur une parcelle

Pa mm	ta m	IK
115		0
	24	
55		69,8
	72	
55		27,8
	24	
55		50,2
	84	
55		18,3
	24	
115		44,5

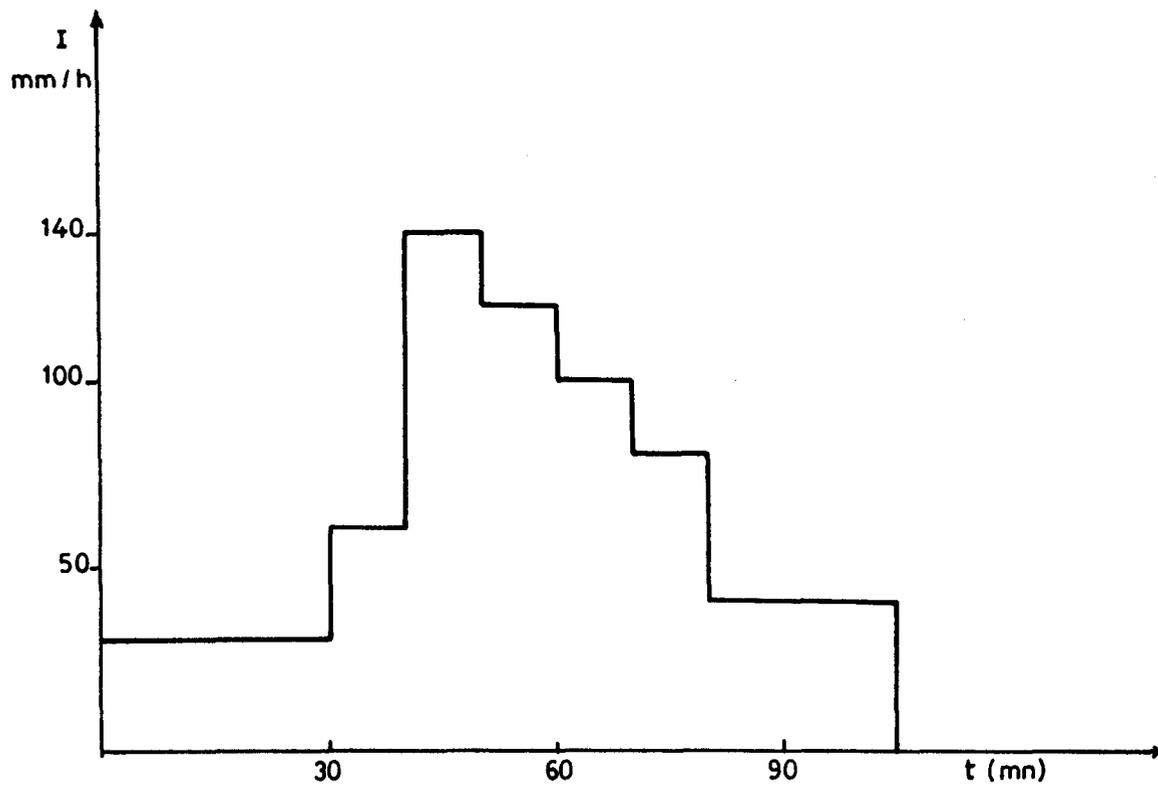
Ce protocole de base peut être modifié en cours d'expérimentation, les temps de ressuyage pouvant être légèrement différents en fonction des déménagements de l'appareil.

4 Données de base

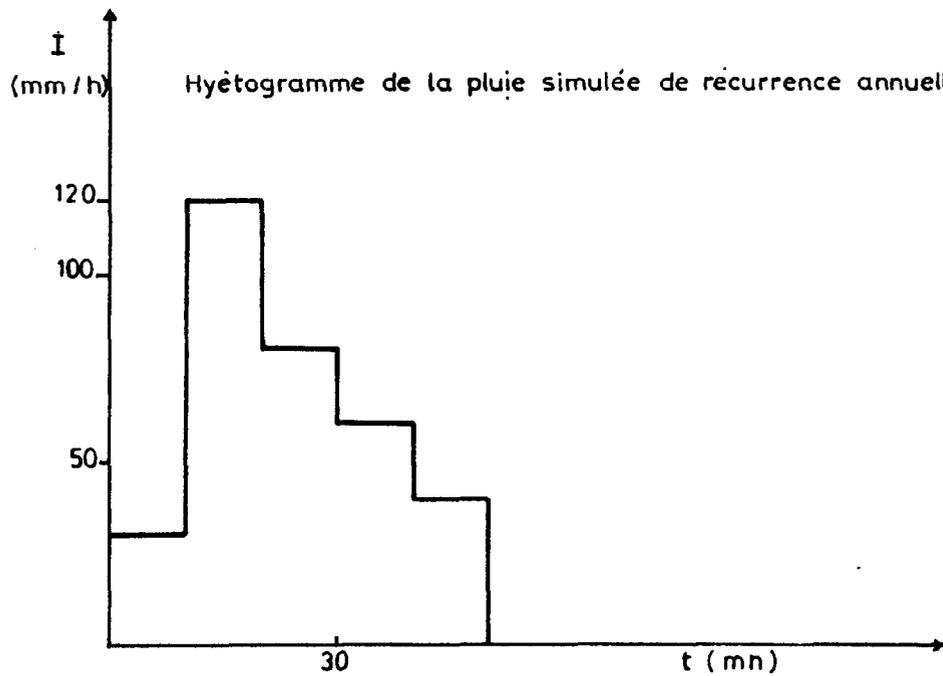
Le limnigraphe enregistre les lames ruisselées cumulées. Par dérivation on établit l'hydrogramme représentant les réactions de la parcelle à une averse.

BANIGOROU

Hyétogramme de la pluie simulée de récurrence décennale



Hyétogramme de la pluie simulée de récurrence annuelle



L'analyse de ces hydrogrammes a été faite par LAFFORGUE (1977). Elle est résumée et complétée par LAFFORGUE et CASENAVE (1980).

Le processus de ruissellement et d'infiltration consécutif à une averse peut se décomposer en quatre phases distinctes et successives :

- La phase d'imbibition durant laquelle la totalité de la pluie (P_i) s'infiltré ou se stocke à la surface de la parcelle.
- La phase de transition durant laquelle le ruissellement se déclenche et croît.
- La phase de régime permanent qui marque une stabilisation du ruissellement qui prend sa valeur maximale (R_x) et de l'infiltration qui est minimale (F_n).
- La phase de vidange qui débute à la fin de la pluie et pendant laquelle une partie de l'eau stockée en surface s'écoule. C'est la détention superficielle récupérable (D_r).

On trouvera en annexe les données de base pour la totalité des averses réalisées au cours de la campagne.

III ANALYSE DES DONNÉES DE BASE

1. Indice d'humectation du sol

Les mesure directes de l'humidité du sol ne donnant pas toujours de bons résultats, l'état d'humectation du sol avant chaque pluie simulée est représenté par la valeur d'un indice intégrant la hauteur des pluies et les temps de ressuyage entre chaque pluie. Cet indice est défini par l'équation :

$$IK_n = (IK_{n-1} + P_{n-1}) e^{-\alpha t}$$

ou IK_n = valeur de l'indice avant la pluie n

IK_{n-1} = valeur de l'indice avant la pluie n-1

P_{n-1} = hauteur de la pluie n-1

t = temps en fonction de jours séparant la fin de la pluie n-1 du début de la pluie n

α = coefficient d'ajustement : 0,5

La valeur de cet indice IK avant chaque pluie simulée est reportée dans les tableaux des données de base en annexe.

2. Pluie d'imbibition

La pluie d'imbibition est la hauteur de précipitation totalement infiltrée dans le sol ou stockée en surface entre le début de l'averse et l'instant où le ruissellement se déclenche. Si on met en relation les valeurs de la pluie d'imbibition avec celles des IK correspondants, on constate dans tous les cas, une décroissance de P_i quand IK augmente.

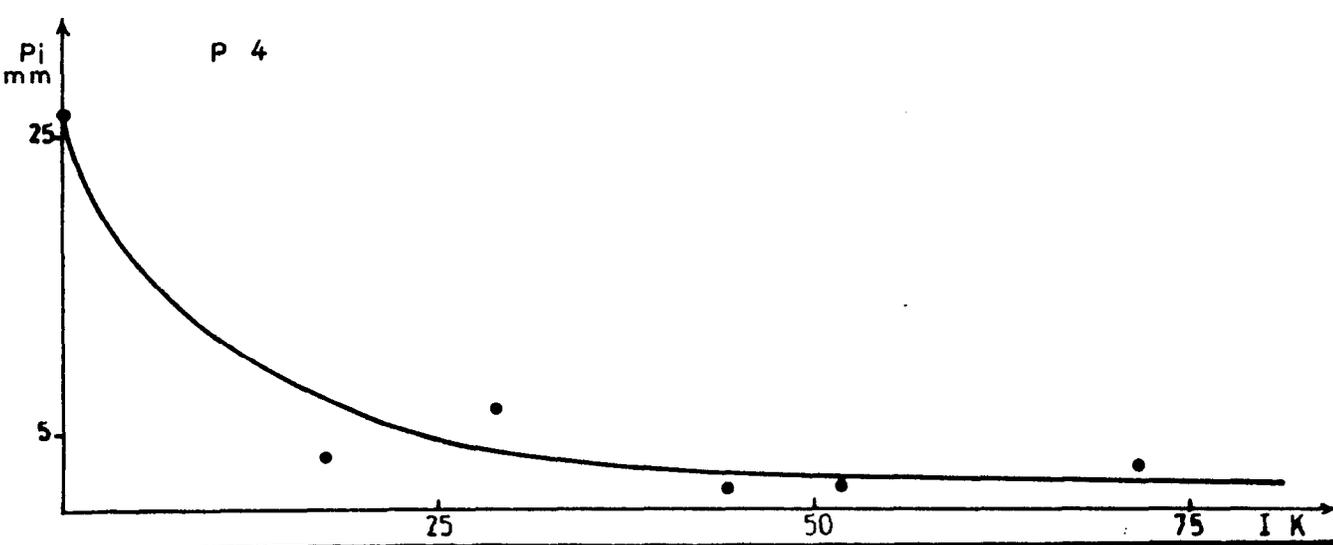
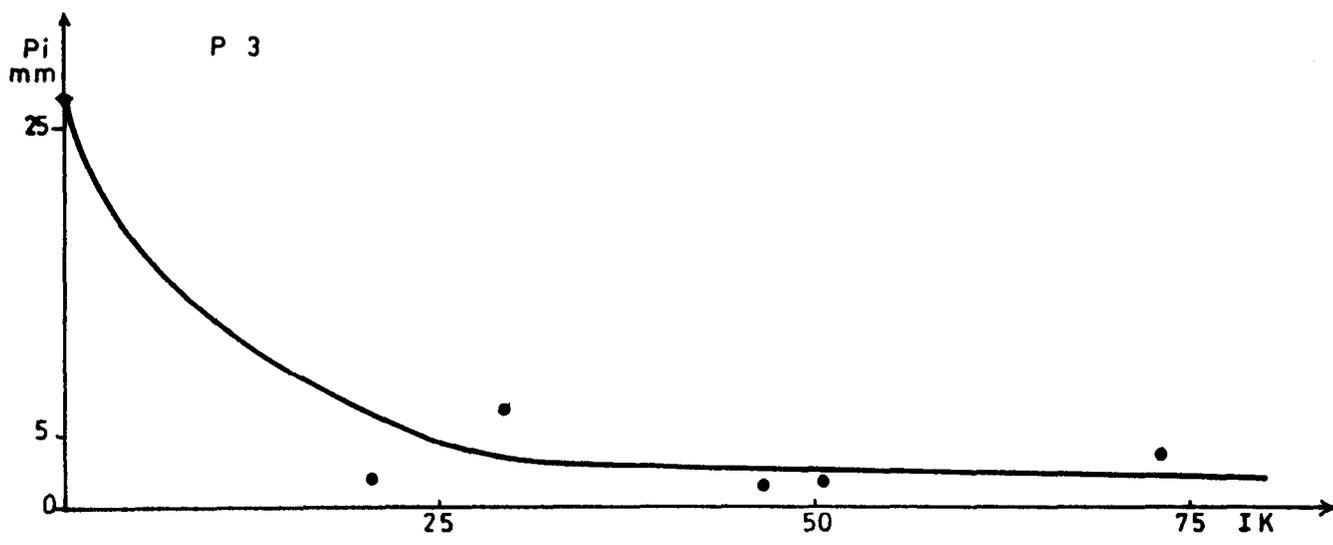
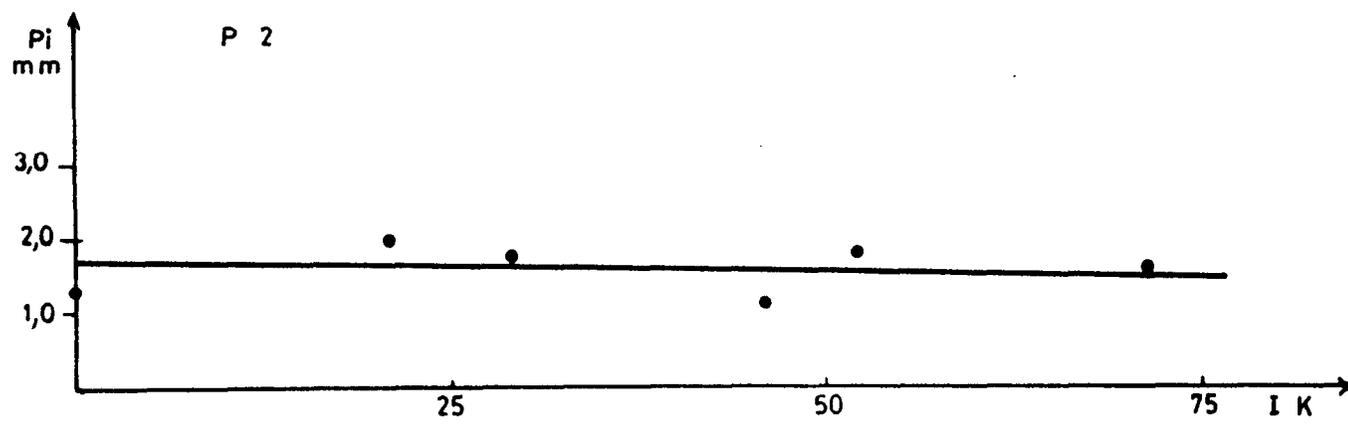
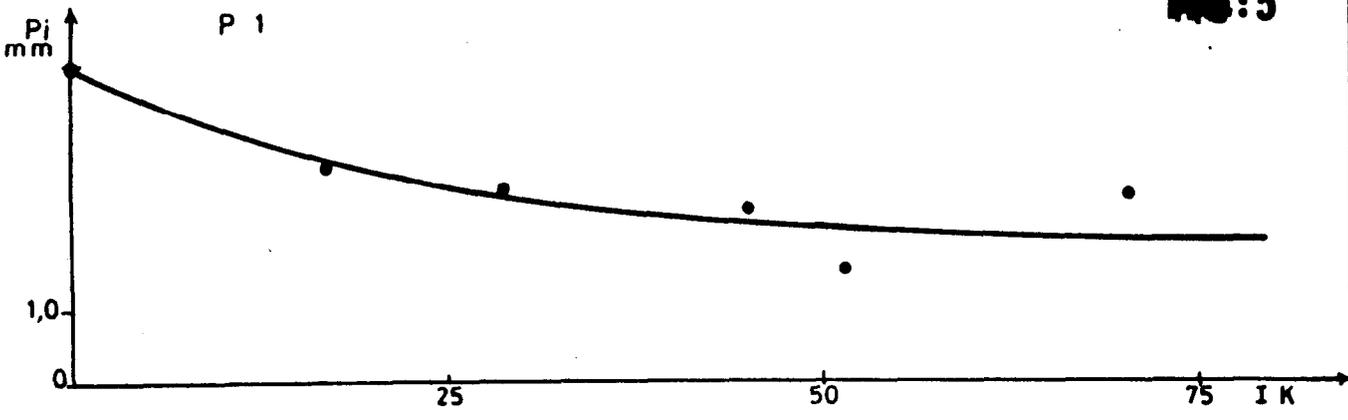
Les courbes ont une allure d'hyperboles décroissantes tendant vers une asymptote pour IK maximum. (fig. 5, 6, 7).

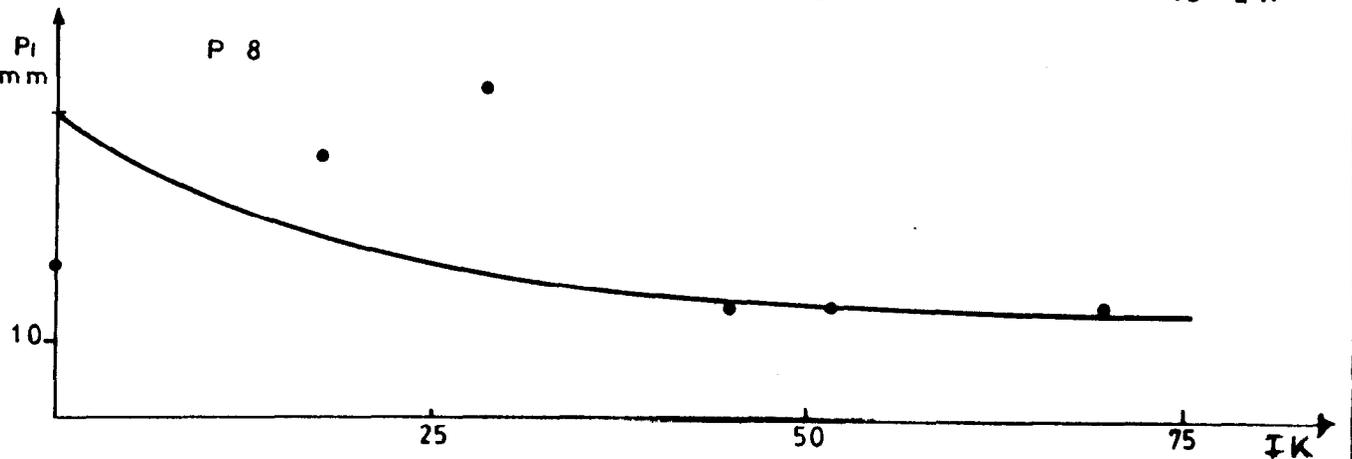
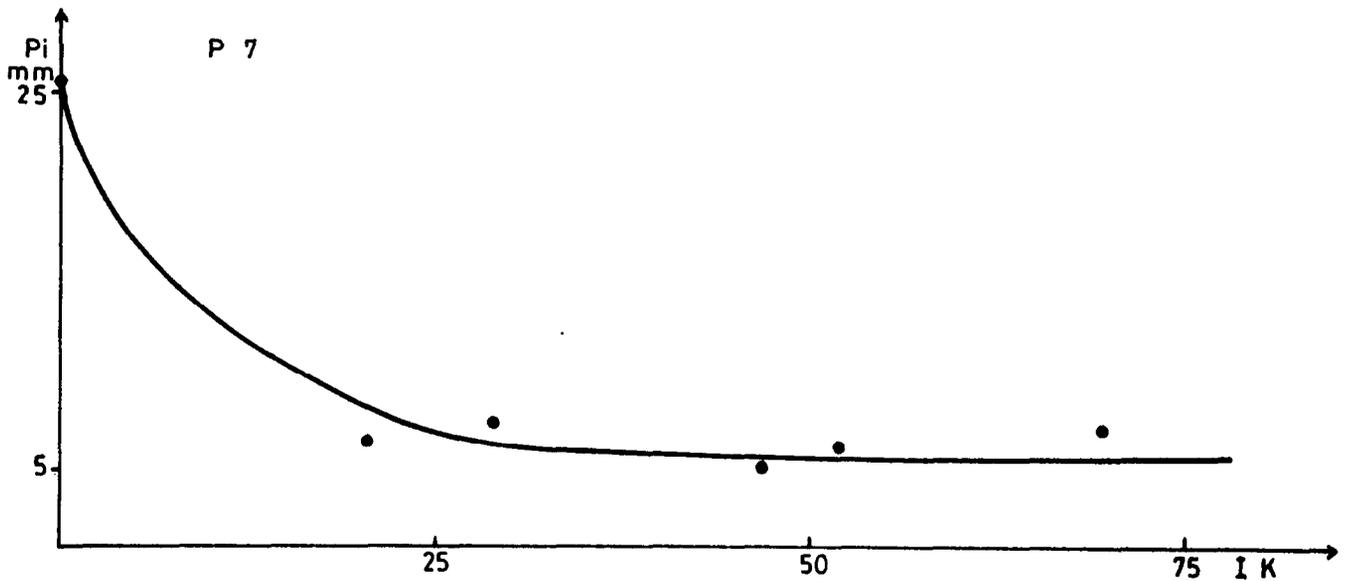
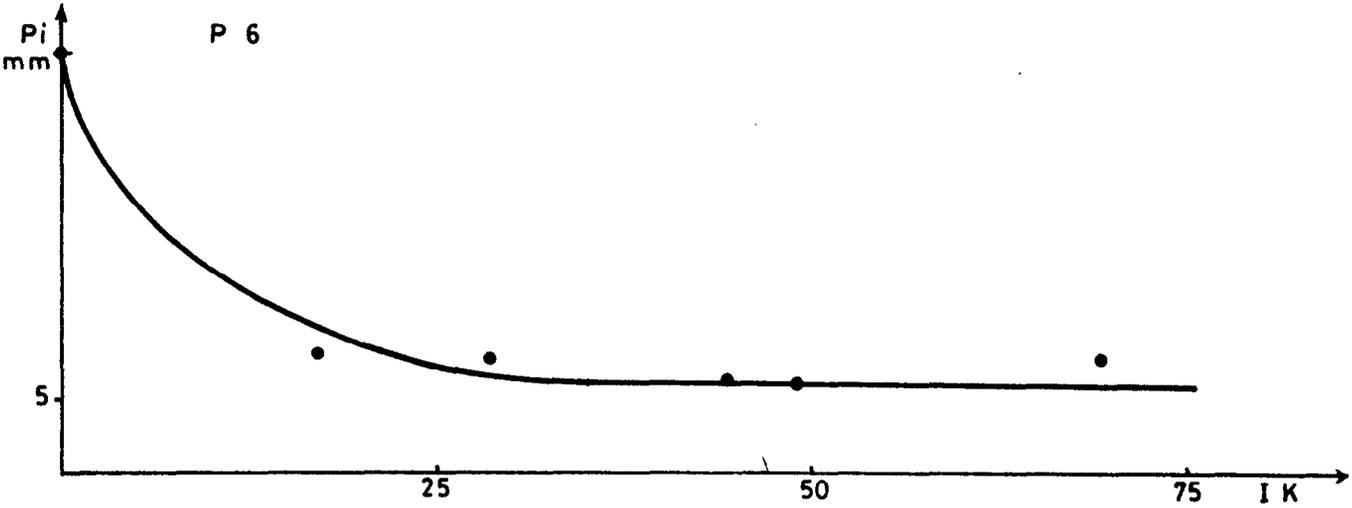
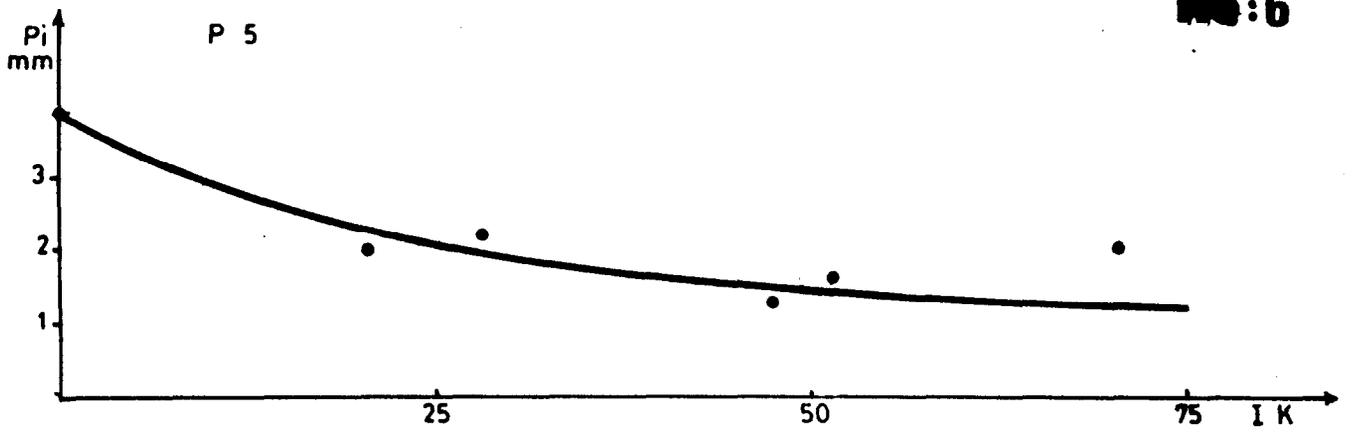
On remarque que les parcelles 2 et 9 ont des valeurs similaires ainsi que les parcelles 1, 5 et 8 bien qu'étant sur des sites différents. Les parcelles 3 et 4 donnent des résultats identiques sur sol sec bien que la 4 a été labourée au préalable. Les parcelles 6 et 7 ont un comportement identique. La parcelle 10 labourée présente une forte valeur à la première pluie mais se comporte d'une façon analogue aux parcelles 1, 3, 4 lorsque le sol est fortement humecté.

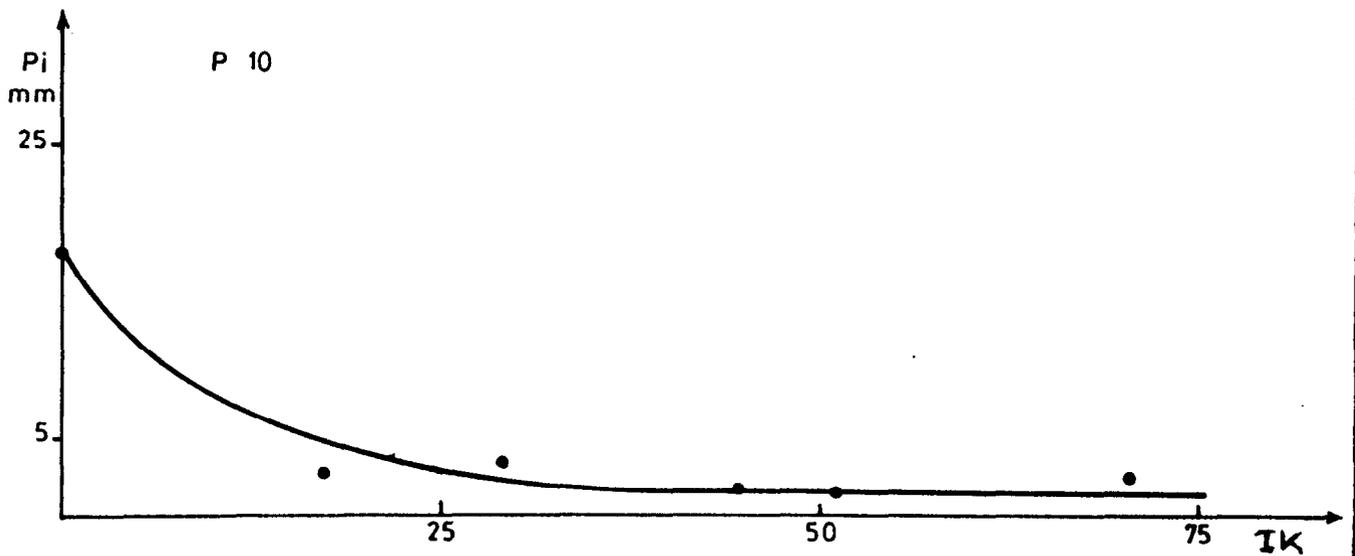
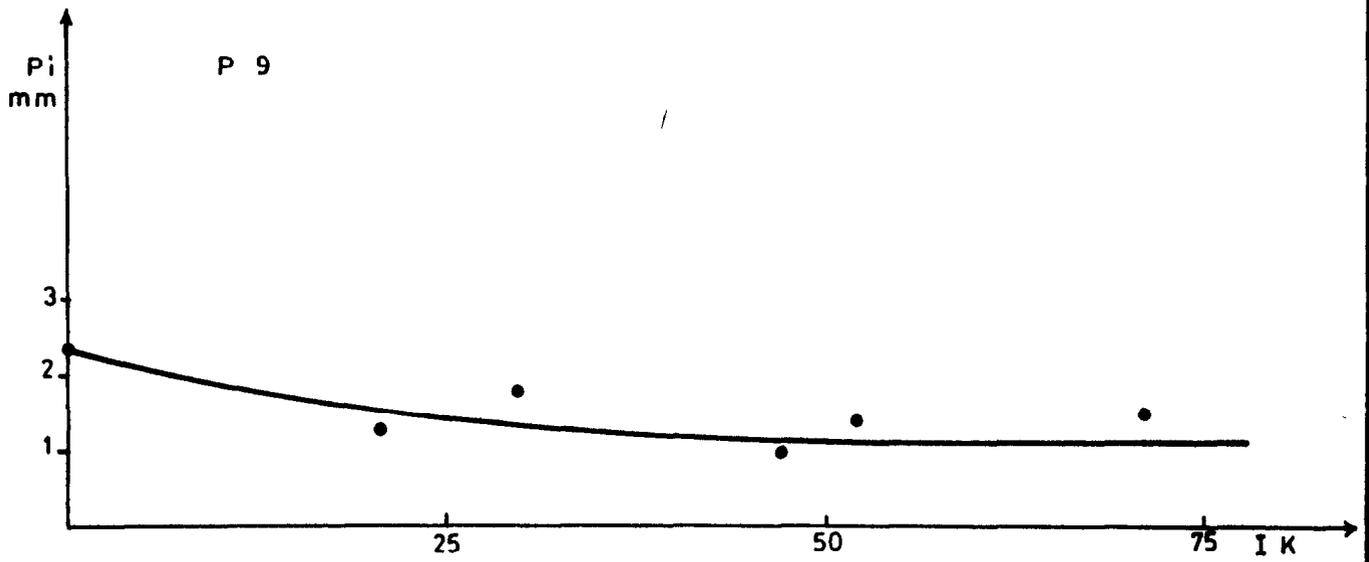
Dans le tableau suivant sont reportées les hauteurs de la pluie d'imbibition sur chacune des parcelles pour deux valeurs de IK, l'une correspondant à un sol très sec ($IK = 0$) et l'autre à un sol fortement humecté ($IK = 50$).

Parcelle	IK = 0	IK = 50
1	4,3	2,1
2	1,7	1,5
3	27,2	2,5
4	26,6	2,5
5	3,8	1,4
6	28,0	6,0
7	30,8	6,0
8	4,0	1,5
9	2,3	1,1
10	17,8	2,0

.../...







3. Coefficients de ruissellement

Si on reporte le coefficient de ruissellement de chaque pluie en fonction de la valeur correspondante de IK (fig. 8 et 9) on constate que :

Les parcelles 1, 2 et 9 ont un fort coefficient de ruissellement qui est indépendant de l'état d'humectation du sol.

Les parcelles 3 et 7 réagissent d'une façon identique.

La parcelle 4 a son coefficient de ruissellement qui augmente assez fortement en fonction de l'humectation du sol ceci étant dû à la constitution d'une pellicule de battance. La parcelle 10 bien que labourée se comporte comme les parcelles 5 et 8. C'est la parcelle 6 qui présente le plus faible coefficient de ruissellement, cette parcelle étant recouverte de graminées.

4. Lame ruisselée cumulée

La figure 10 présente pour chaque parcelle et chaque averse les lames ruisselées cumulées depuis le début des mesures à la pluie utile cumulée.

On remarque que la pente du segment joignant deux points successifs sur unemême parcelle représente le coefficient de ruissellement utile de l'averse correspondant au dernier point.

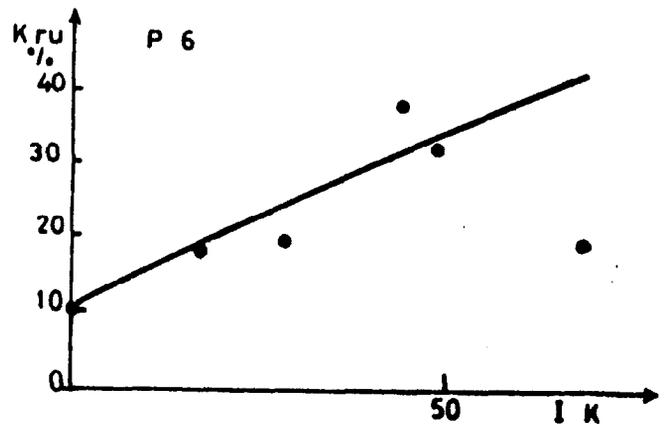
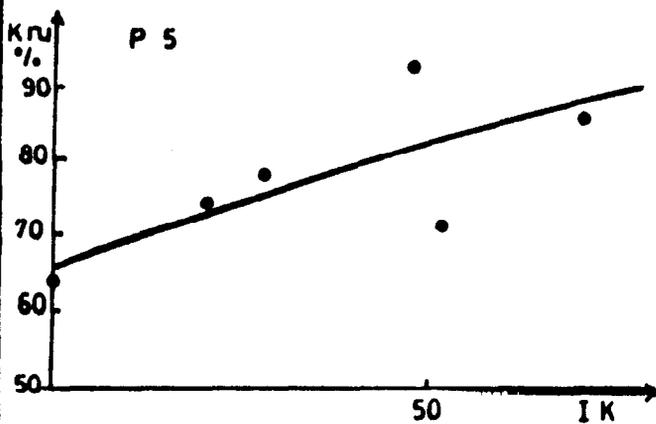
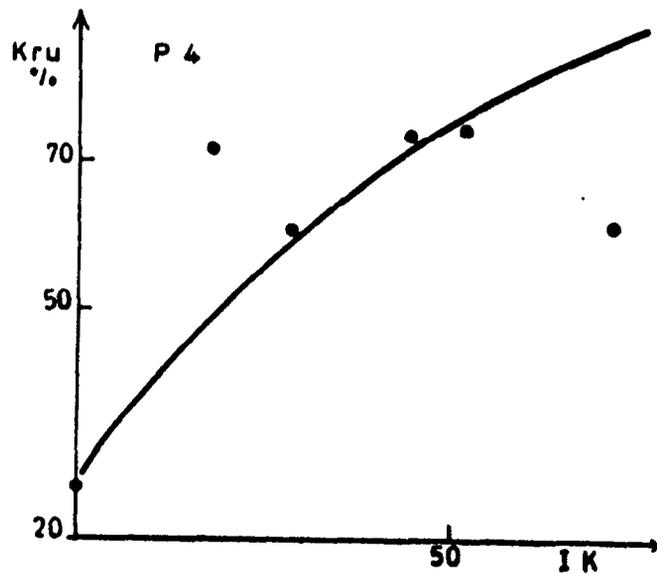
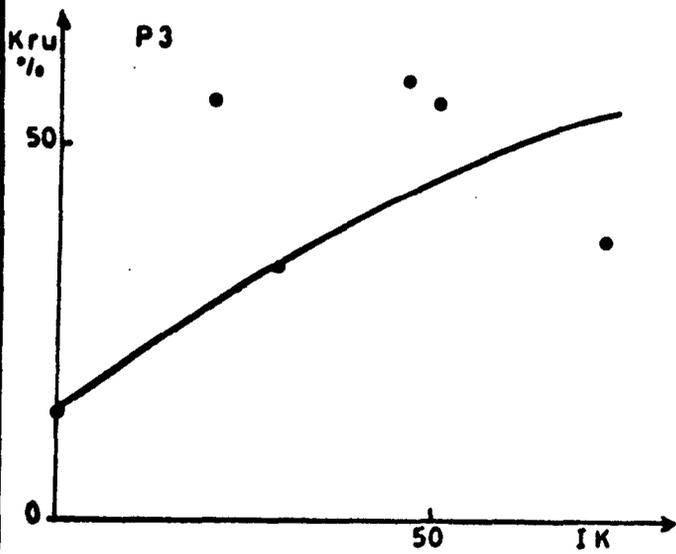
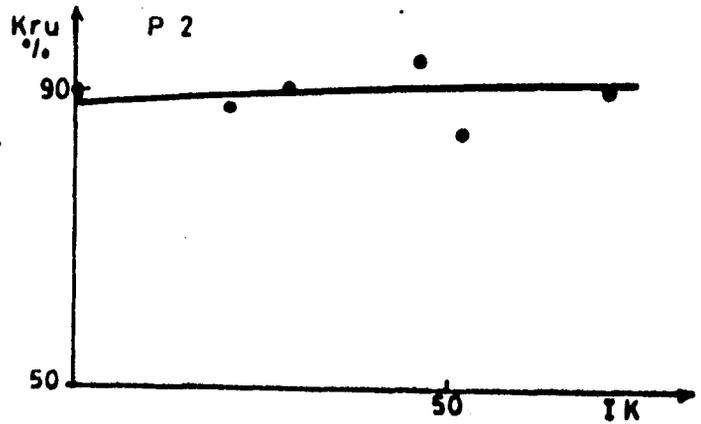
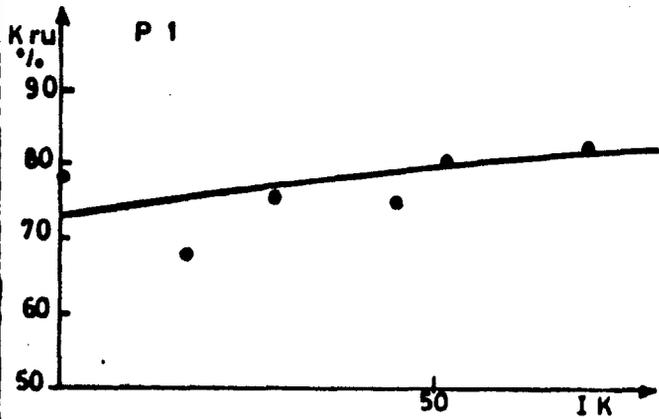
L'ensemble constitue un faisceau de courbes qui permet de juger globalement l'aptitude au ruissellement des parcelles les unes par rapport aux autres

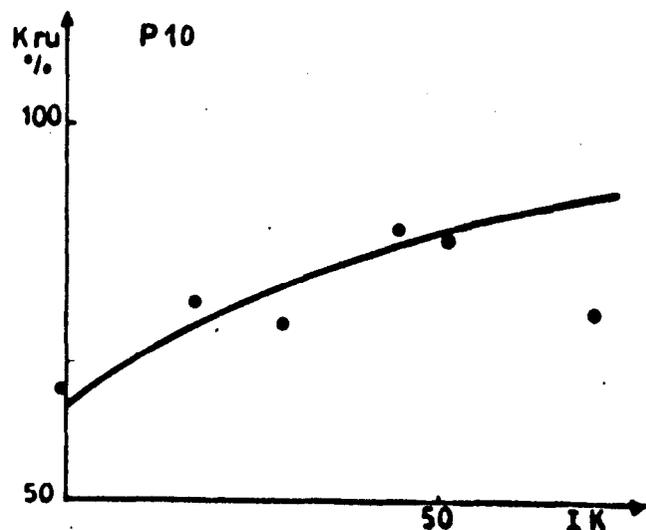
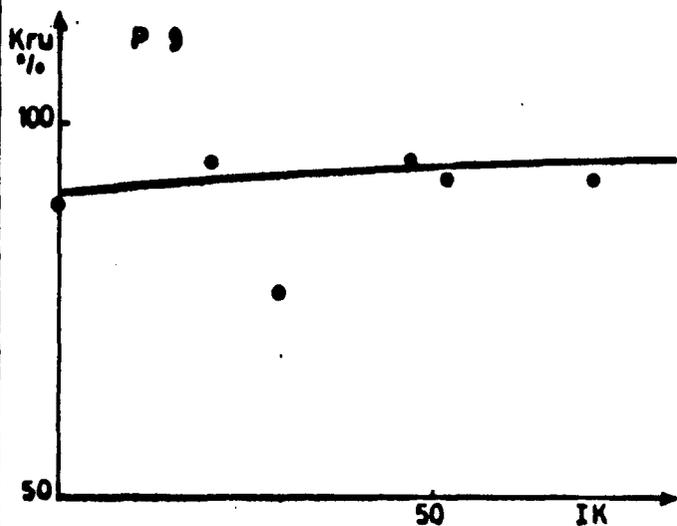
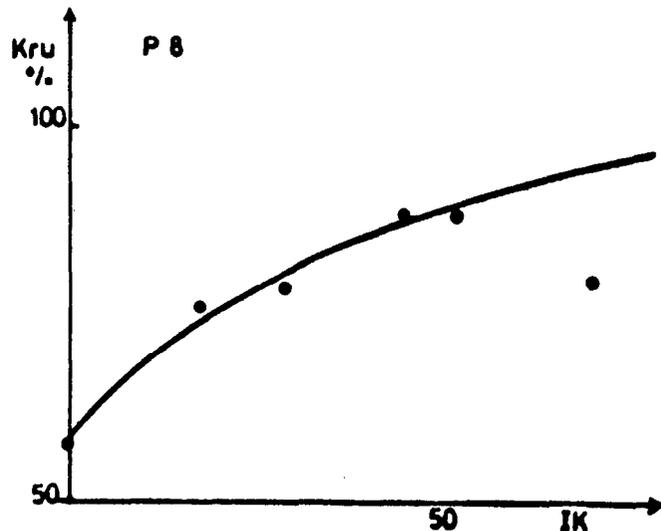
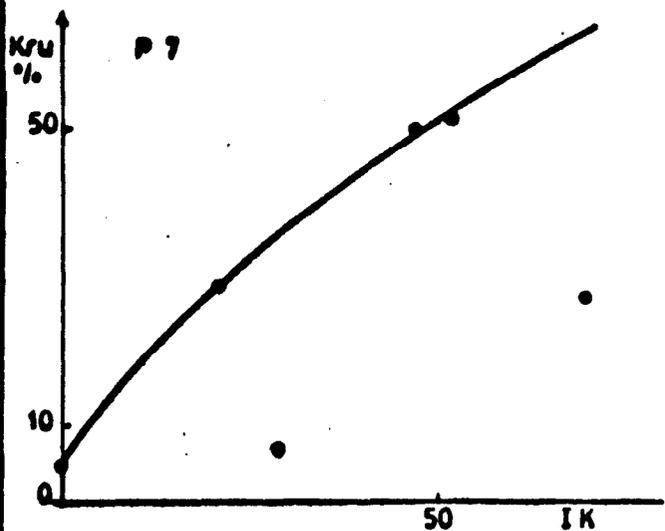
Dans le tableau suivant, on trouvera le coefficient de ruissellement utile pour deux situations extrêmes ainsi que le coefficient de ruissellement global correspondant à tout le protocole de mesure :

Coefficient de ruissellement (%)

Parcelle	Kru IK = 0	Kru IK = 50	Kr global
1	73	79	76,1
2	88	90	89,4
3	14	45	40,6
4	27	76	58,6
5	66	83	77,9
6	10	35	23,5
7	5	51	25,6
8	57	89	76,6
9	90	94	90,4
10	63	86	76

.../...







INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
- POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Mission au Niger

ΣLr
(mm)

400

300

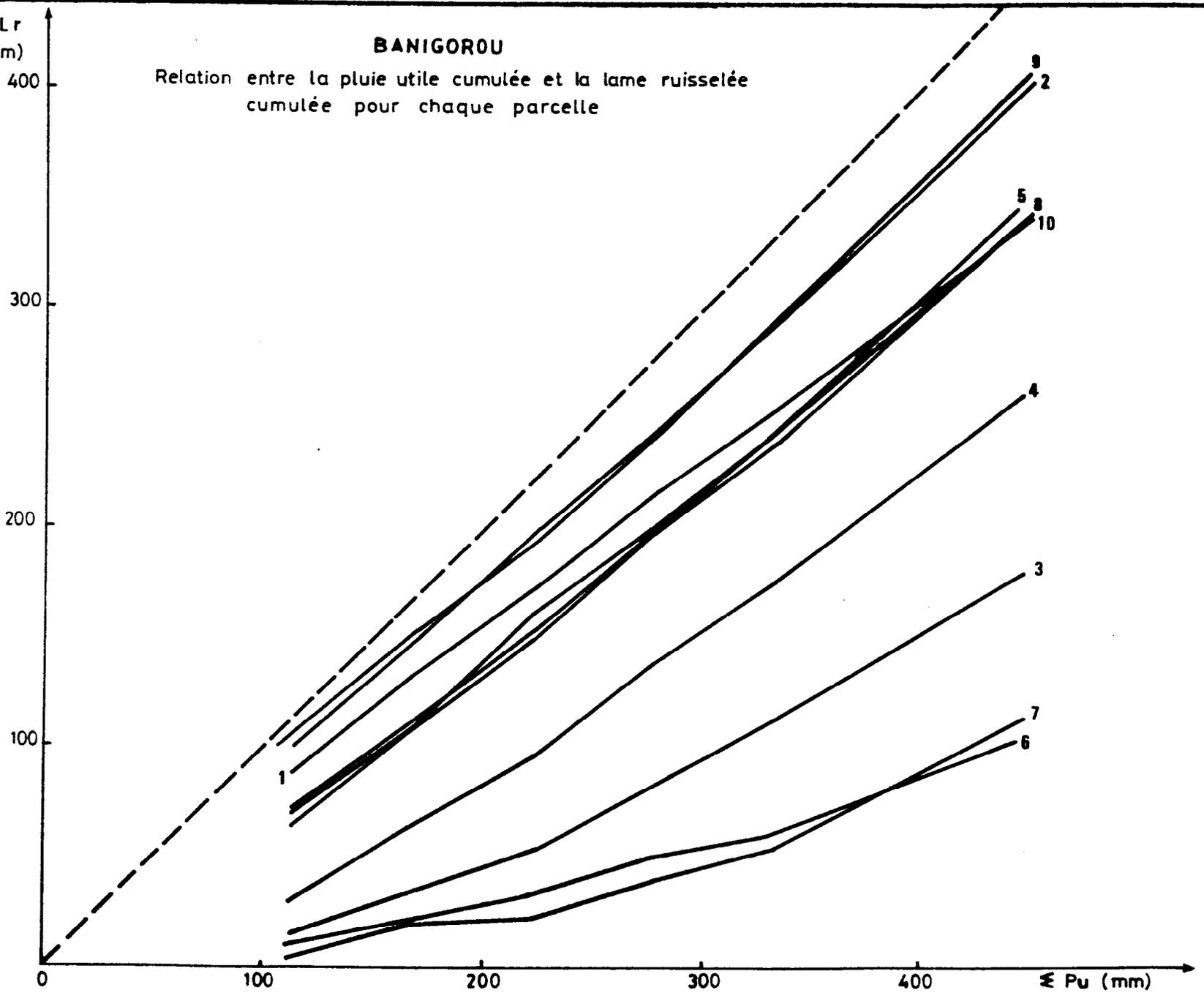
200

100

0

BANIGOROU

Relation entre la pluie utile cumulée et la lame ruisselée cumulée pour chaque parcelle



ΣPu (mm)

On peut distinguer plusieurs familles de droites selon leur aptitude croissante au ruissellement.

- celles dont la surface est enherbée ou recouverte de résidus de tiges de mil : 6 et 7
- celle représentative de la surface cultivée avec pieds de mil : 3
- la parcelle 4 préalablement labourée pratiquement nue présente une porosité vésiculaire très marquée.
- celles sur sol nu, la 1 et la 5 dont la surface est parsemée de gravillons.
- les parcelles 8 et 10 sont similaires et présentent des agrégats sablo-argileux.
- celles constituées d'un microhorizon de sables fins et grossiers à porosité vésiculaire développée : 9 et 2.

5. Intensité limite de ruissellement

Il est intéressant de comparer l'intensité de la précipitation et l'intensité maximale de ruissellement déterminées pour chacune des séquences de pluie simulée.

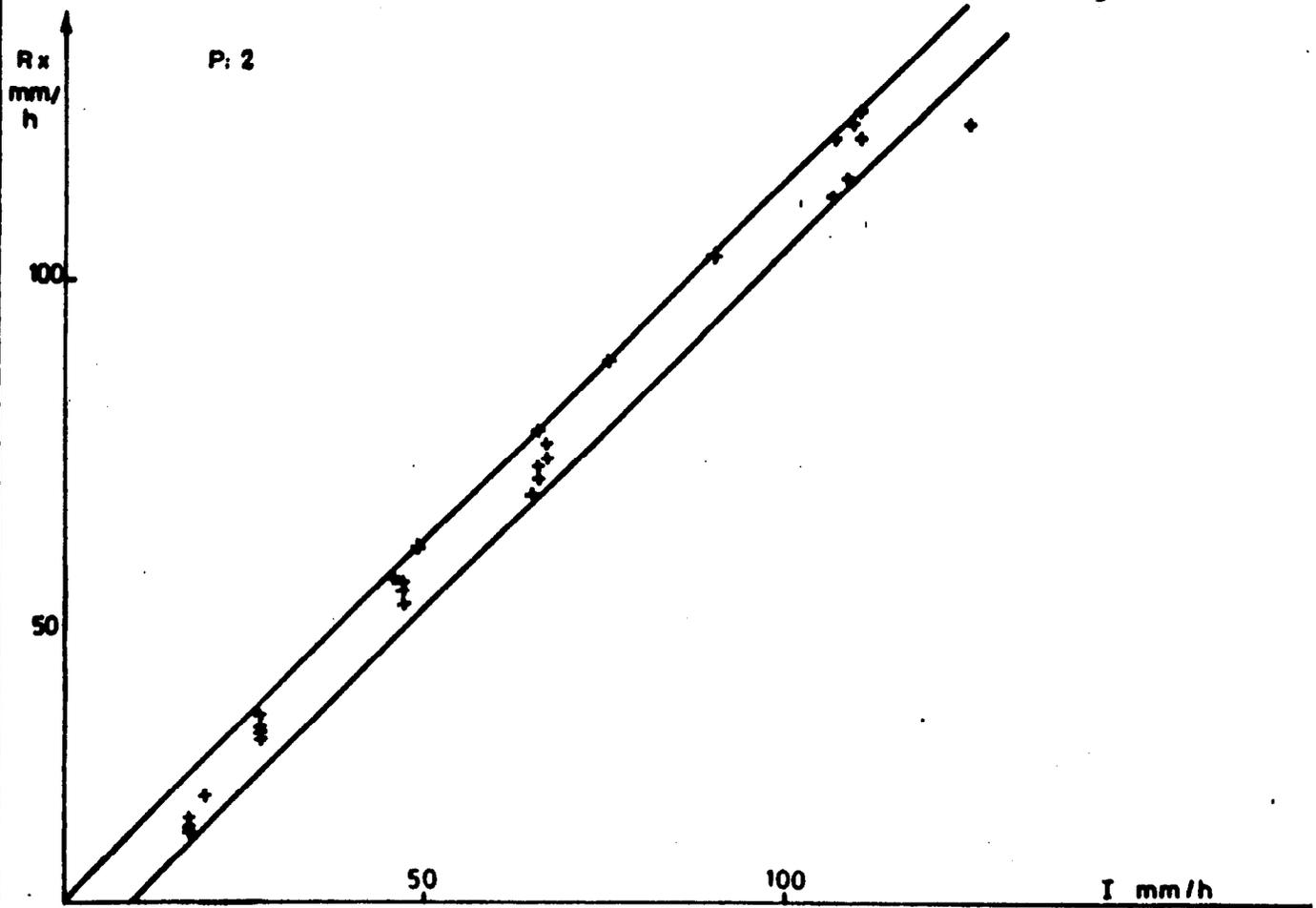
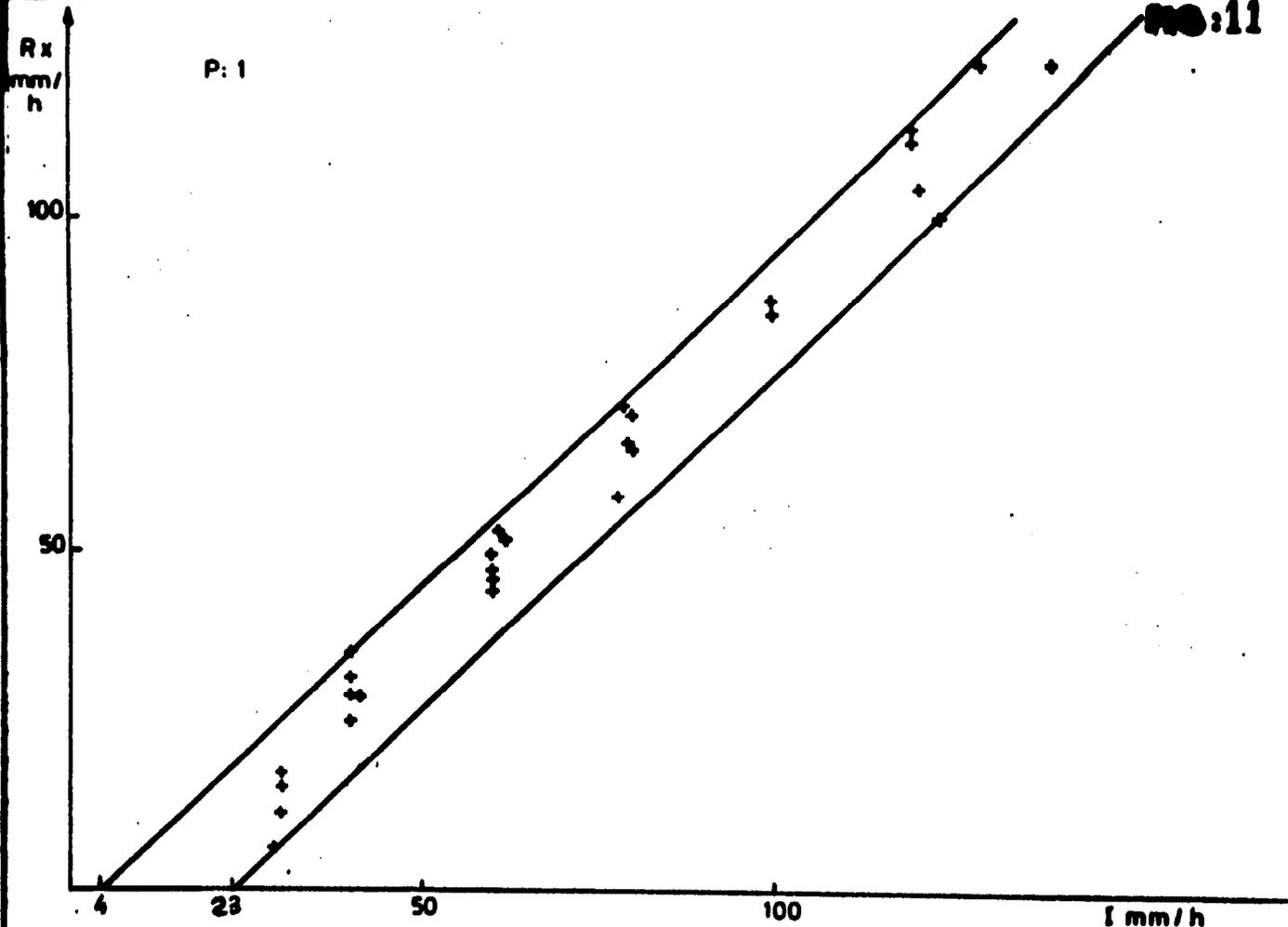
Si l'on reporte graphiquement les couples (I, Rx) pour chacune des parcelles (fig. 11, 12, 13, 14, 15). On observe que ces couples peuvent être rassemblés entre deux droites enveloppes parallèles. L'intersection de ces droites avec l'axe des intensité de précipitation donne deux points caractéristiques : I1 et I2 avec $0 < I1 < I2$.

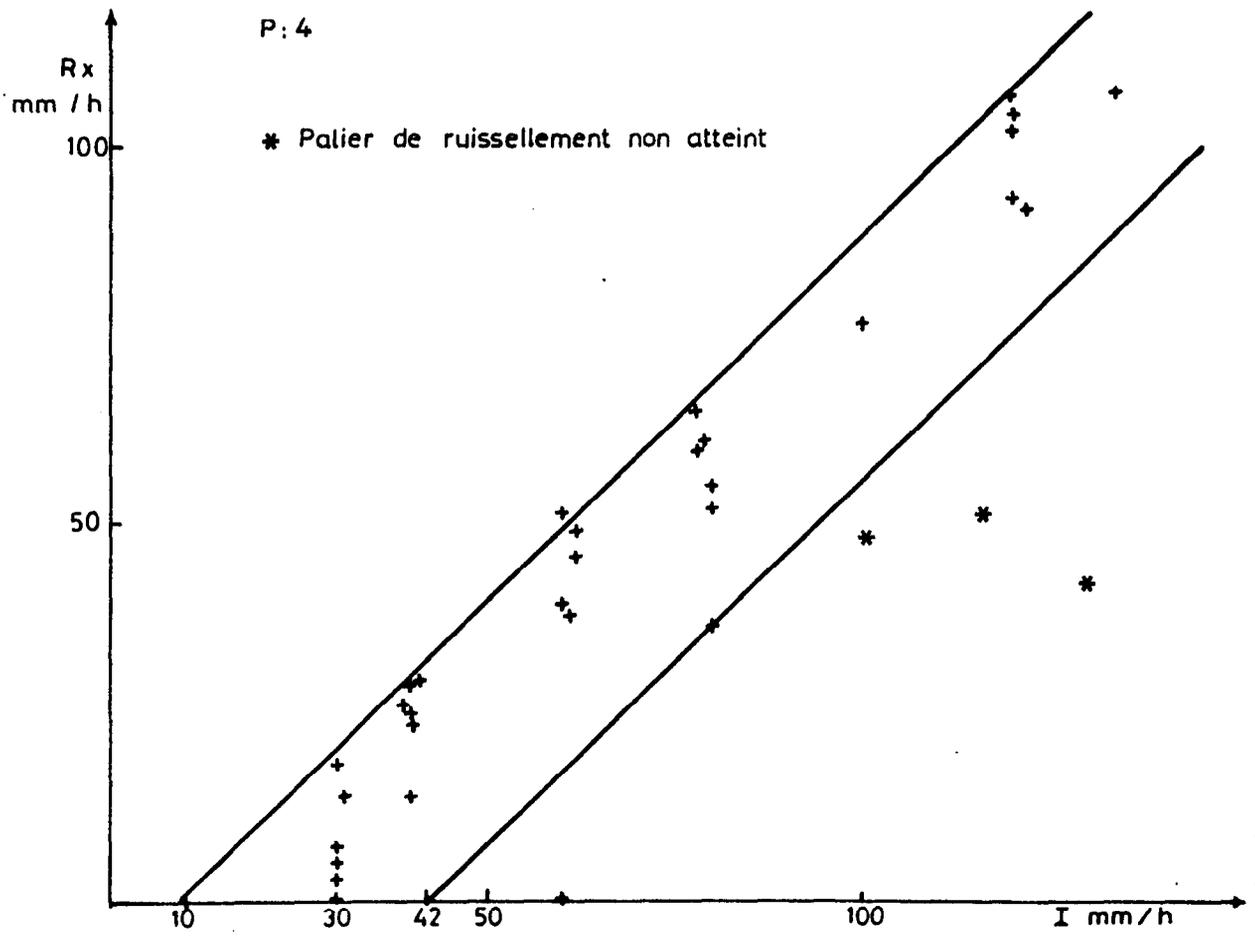
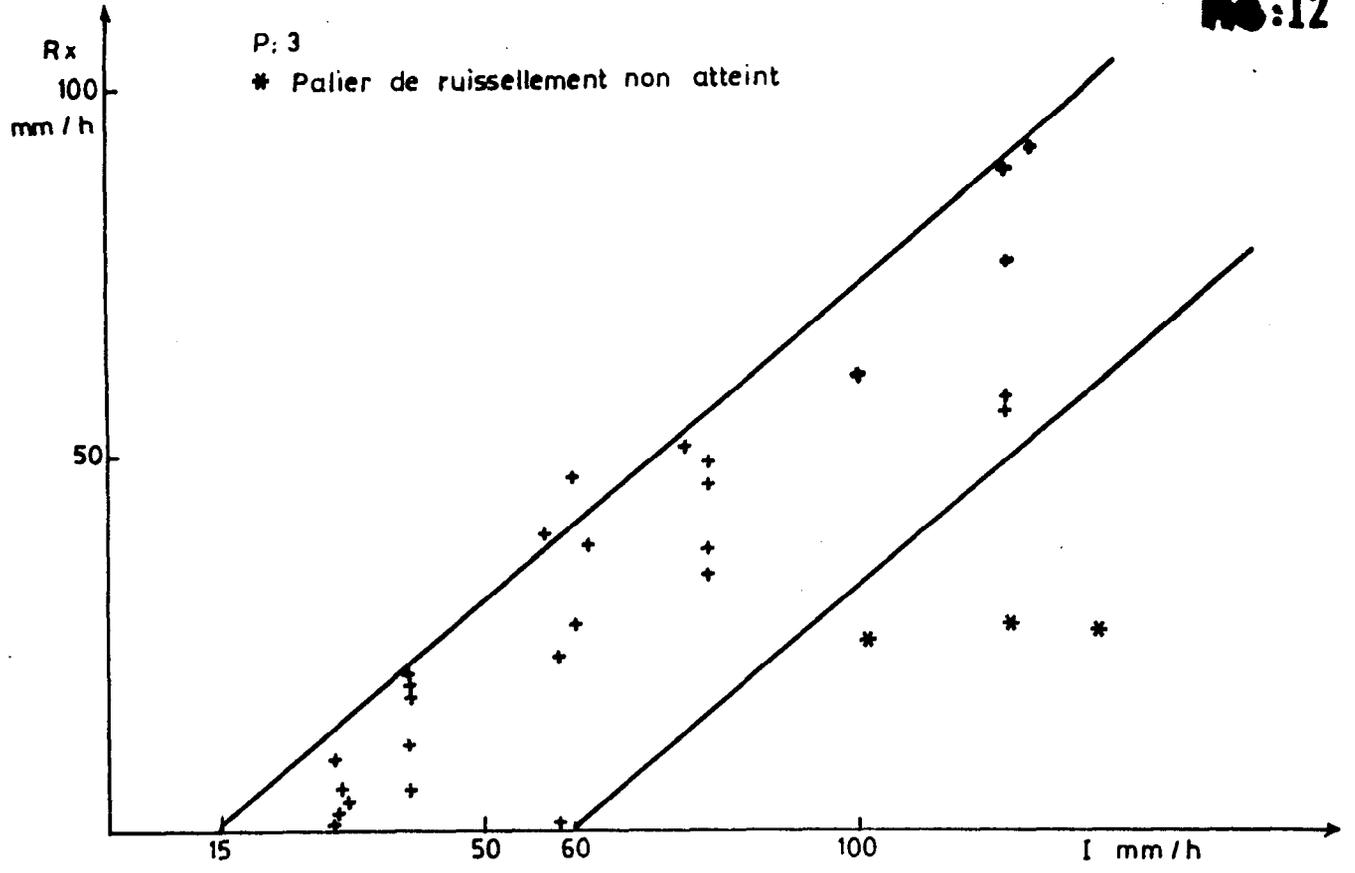
- I1 est l'intensité de précipitation en dessous de laquelle la parcelle ne ruisselle jamais. On peut penser qu'elle correspond à une humectation maximale du sol.
- I2 est l'intensité limite de précipitation au-dessus de laquelle la parcelle ruisselle toujours. Elle correspond normalement à un sol sec.

Les deux valeurs sont très importantes, car elles déterminent la fourchette de la capacité d'absorption des sols.

Les intensités limites observées sur chacune des parcelles sont rassemblées dans le tableaux suivant :

.../...





R x
mm / h

P 5

* Palier de ruissellement non atteint

100

50

3 20 50 100 I mm / h

R x
mm / h
100

P 6

* Palier de ruissellement non atteint

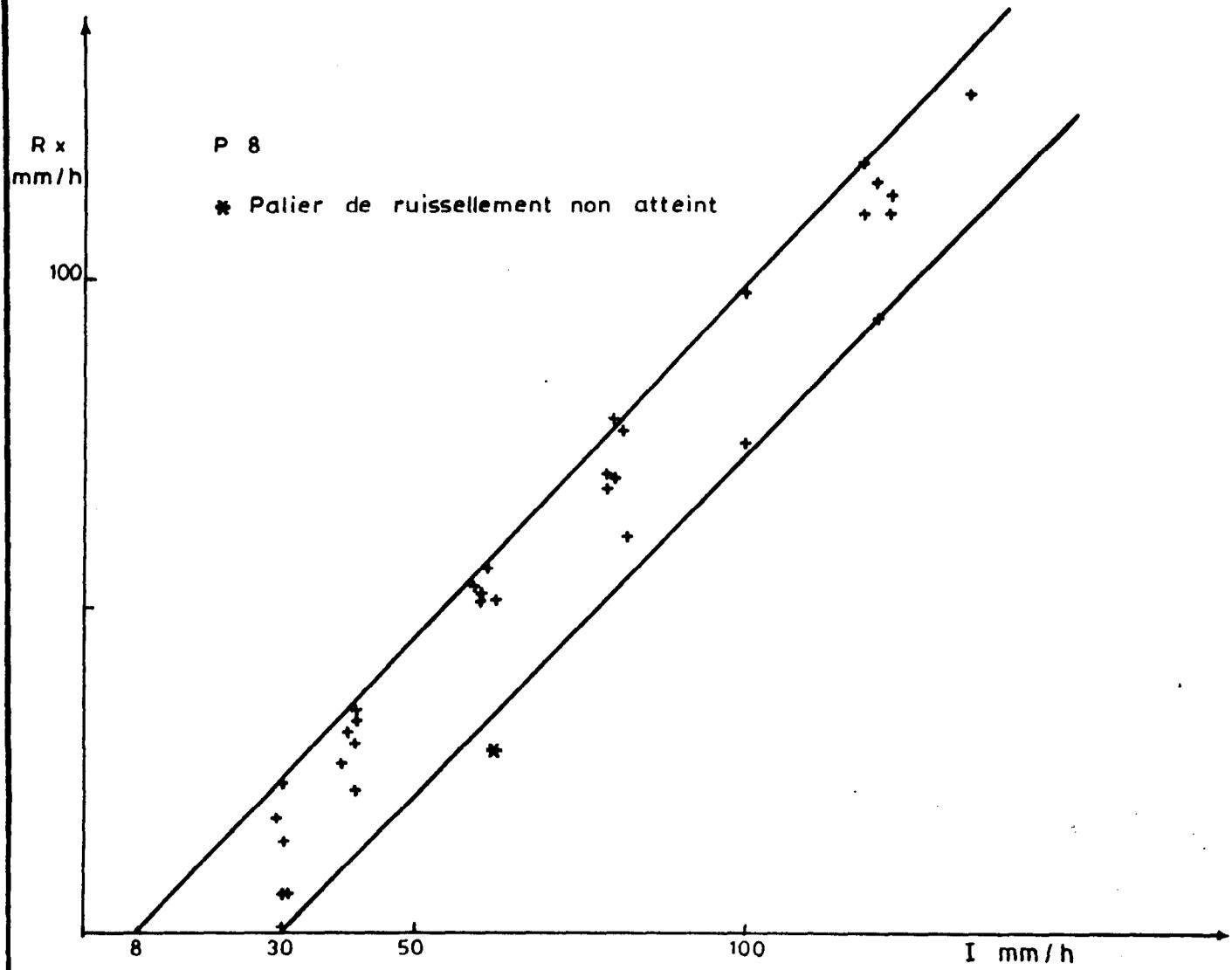
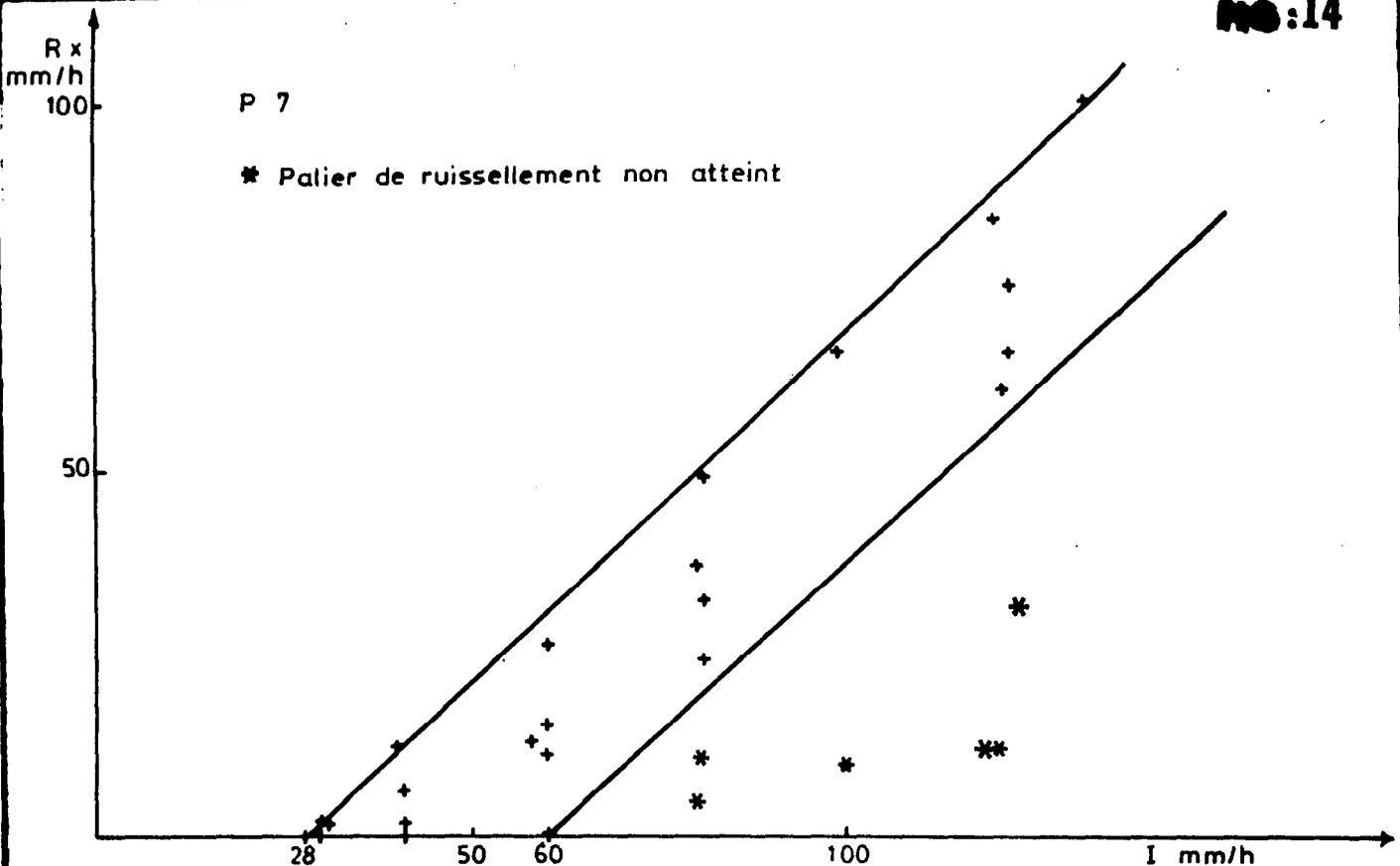
50

28 50 60 100 I mm / h

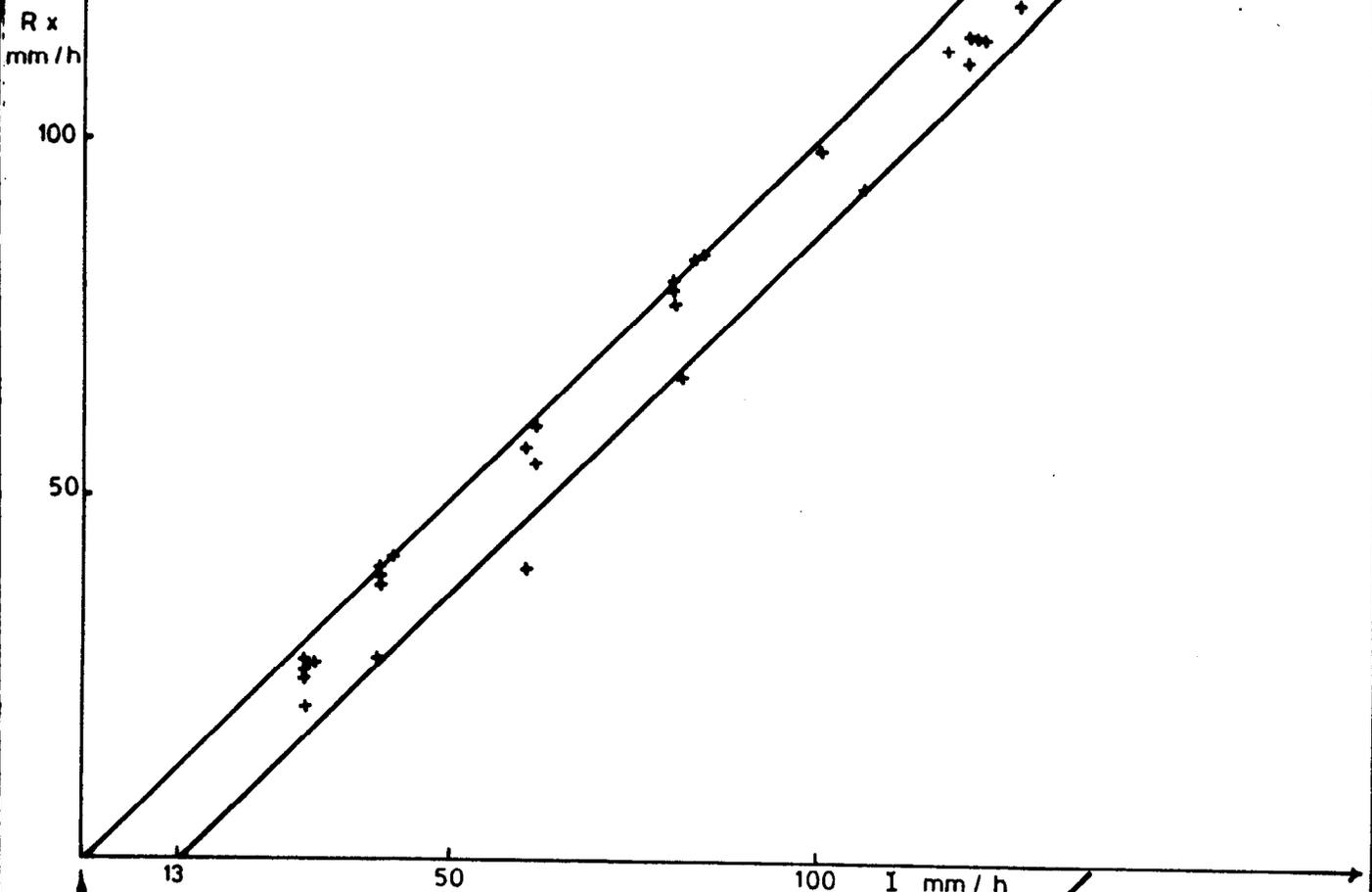


INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
- POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

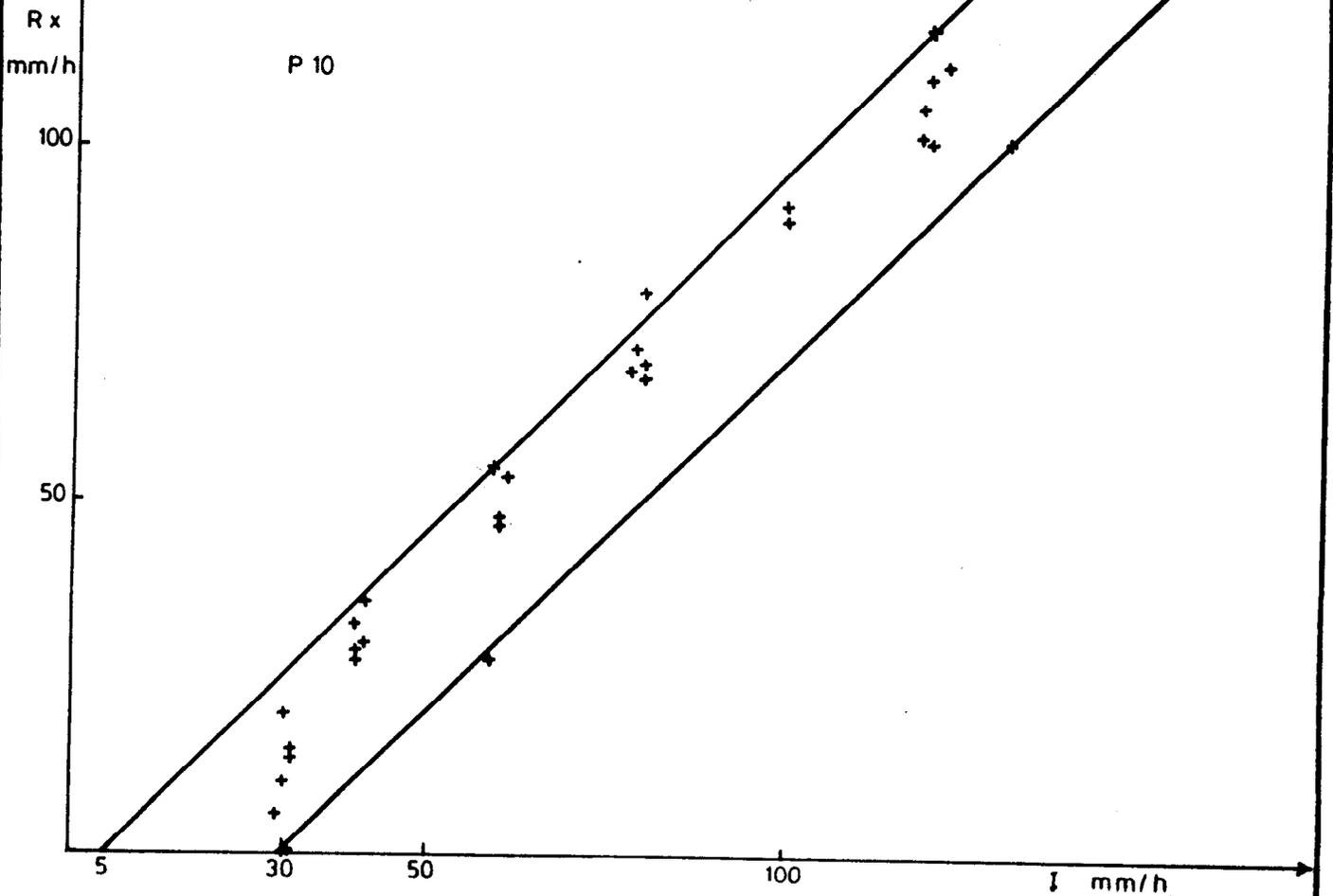
Mission au Niger



P 9



P 10



Parcelle	I ₁	I ₂
1	4	23
2	0	10
3	15	62
4	10	42
5	3	20
6	28	60
7	28	60
8	8	30
9	0	13
10	5	30

Les parcelles 2 et 9 sont caractérisées par l'extrême faiblesse du terme I₁, ainsi que les parcelles 1, 3, 4, 5, 8 et 10 seules se distinguent les parcelles 6 et 7 à recouvrement herbeux et débris végétaux.

6. Relations lames ruissellées - Pluie utile - Etat d'humectation du sol

Pour une parcelle donnée, chaque averse permet de déterminer la relation entre la lame ruissellée et la hauteur de la pluie. La courbe qui exprime cette relation peut être assimilée à une droite sans erreur notable, la partie incurvée, caractéristique du déficit de saturation du sol en début de pluie étant toujours très brève.

Cette relation correspond à un état d'humectation du sol donné, caractérisé par la valeur de l'indice IK au début de la pluie. Le report de l'ensemble des droites L_r (P_u), correspondant à la série des pluies sur une même parcelle, permet de constater que la pente de ces droites varie dans le même sens que IK.

Pour chaque parcelle, il existe une relation linéaire entre la lame et l'indice IK (fig. 16, 17, 18, 19, 20).

$$L_r = a IK + b \quad (1)$$

Les coefficients a et b de cette équation varient de façon linéaire en fonction de la hauteur de la pluie. Fréquemment, les points représentatifs de ces liaisons s'alignent sur des tronçons de droite à pente différente.

Si on introduit dans l'équation (1) les valeurs a (P_u) et b (P_u), l'équation exprimant les liaisons entre L_r, P_u et IK devient :

$$L_r = a P_u + b IK + c P_u IK + d$$

PARCELLE 1

Lr

100
mm

			Pu = 100 mm
			90
			80
			70
			60
			50
			40
			30
			20
			10
0	25	50	75 IK

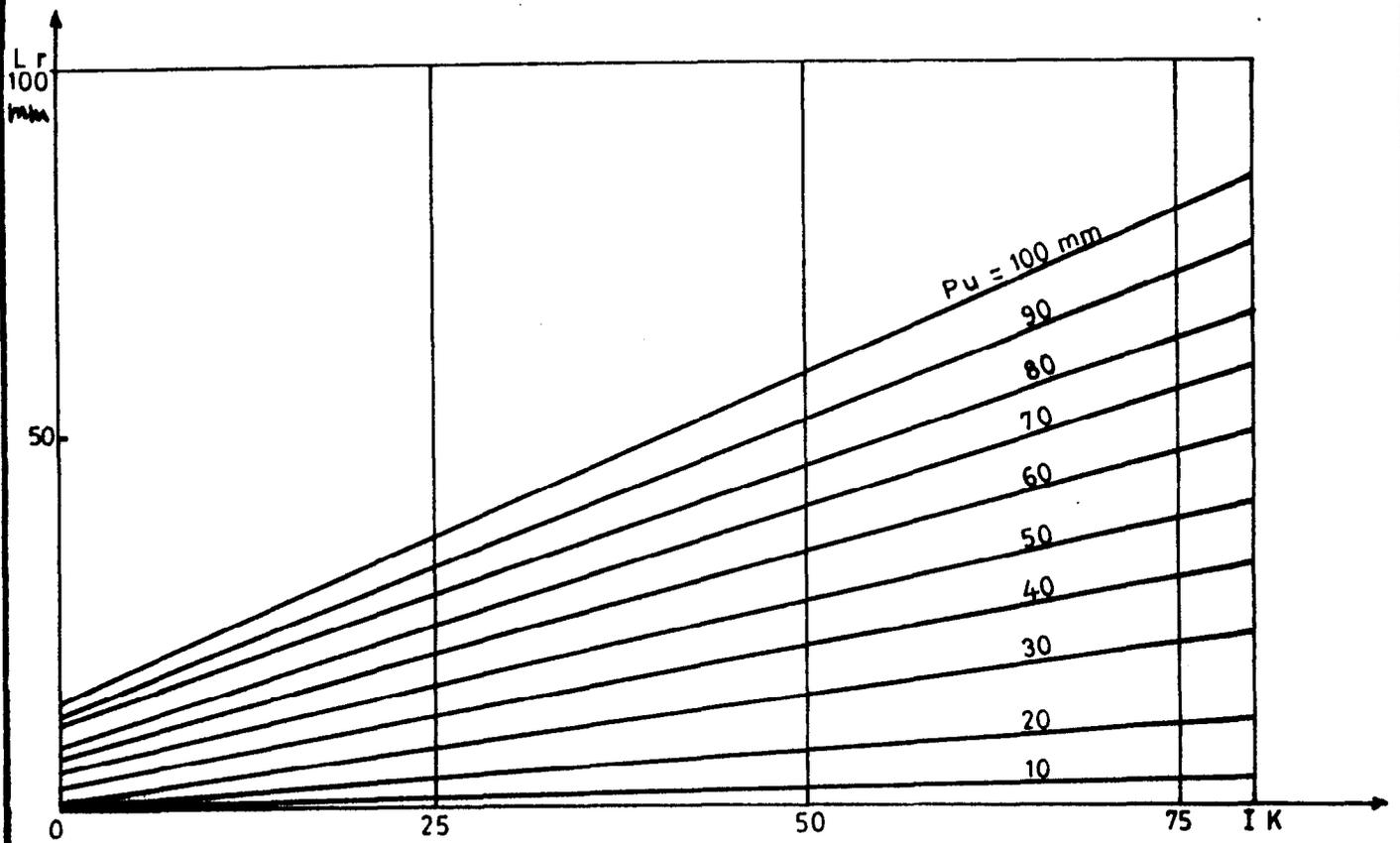
PARCELLE 2

Lr

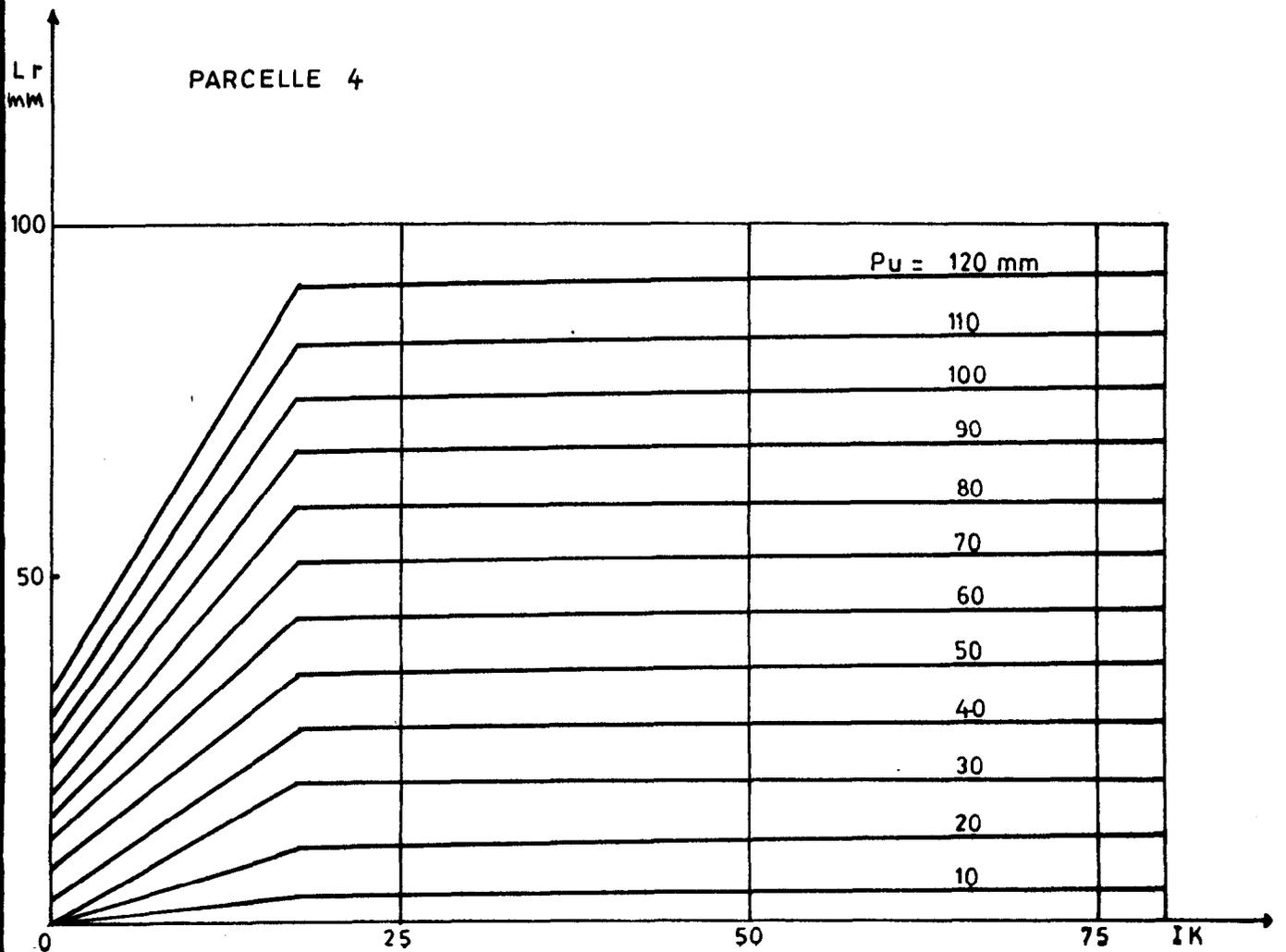
mm

			Pu = 120 mm
			110
			100
			90
			80
			70
			60
			50
			40
			30
			20
			10
0	25	50	75 IK

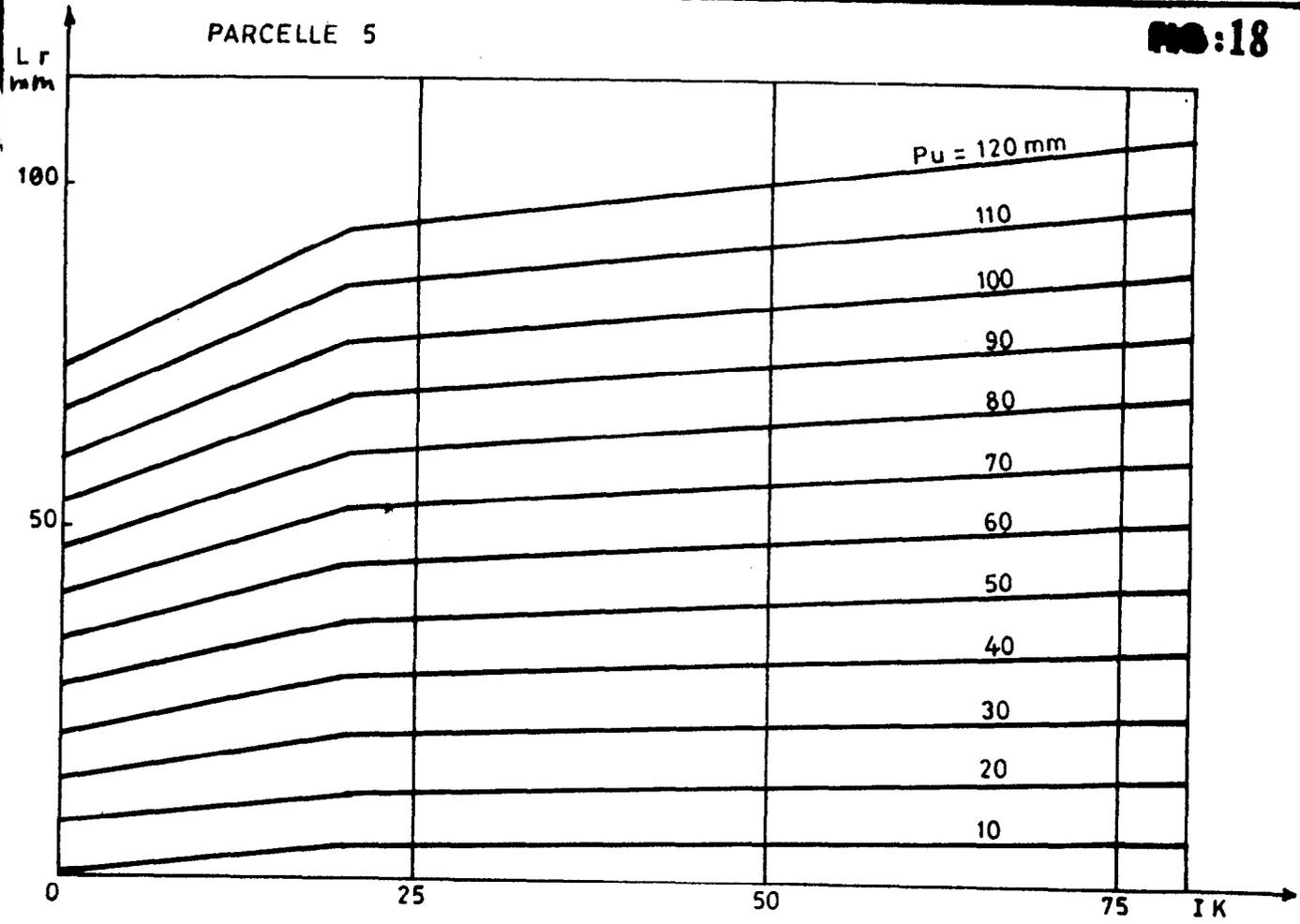




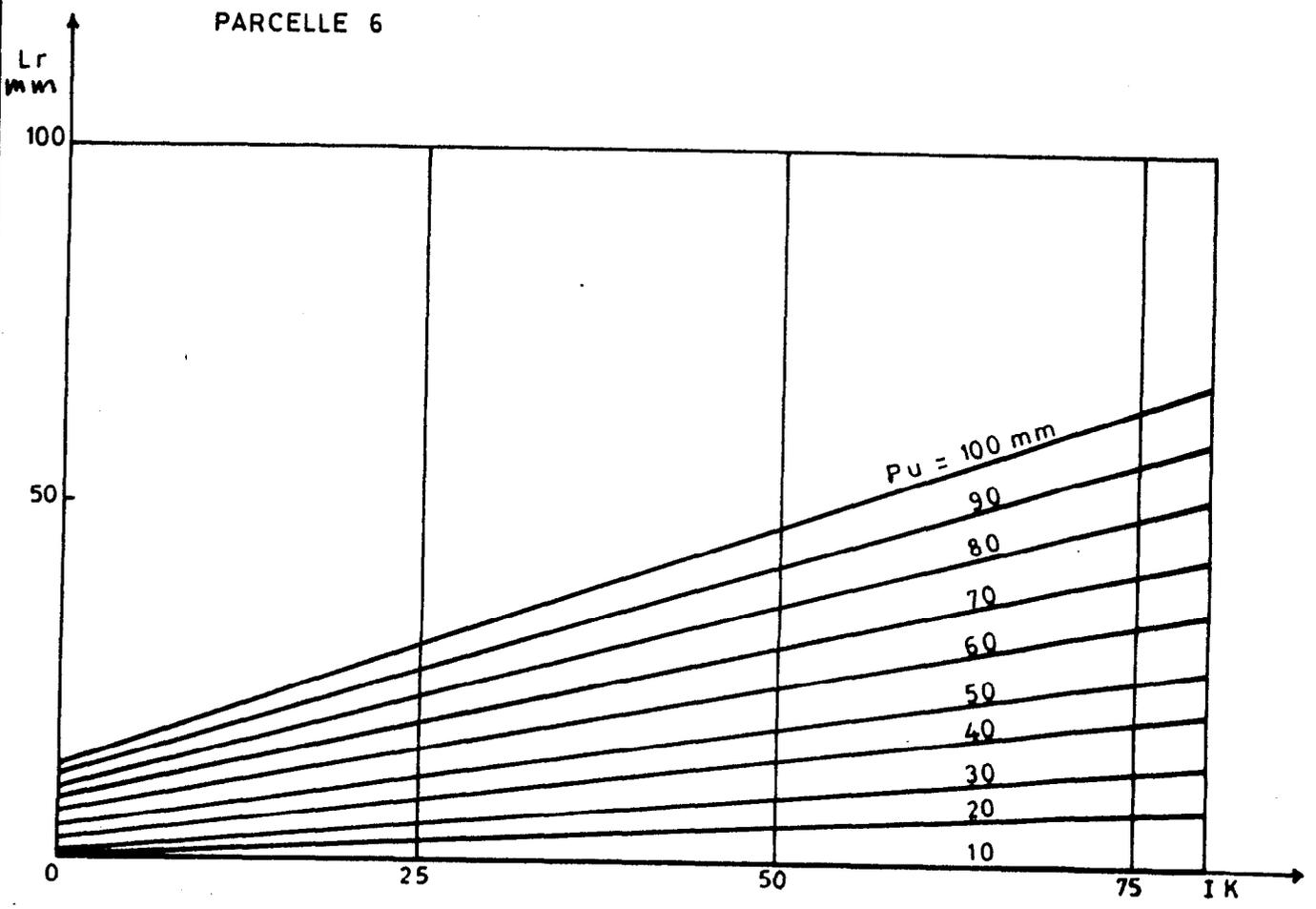
PARCELLE 4



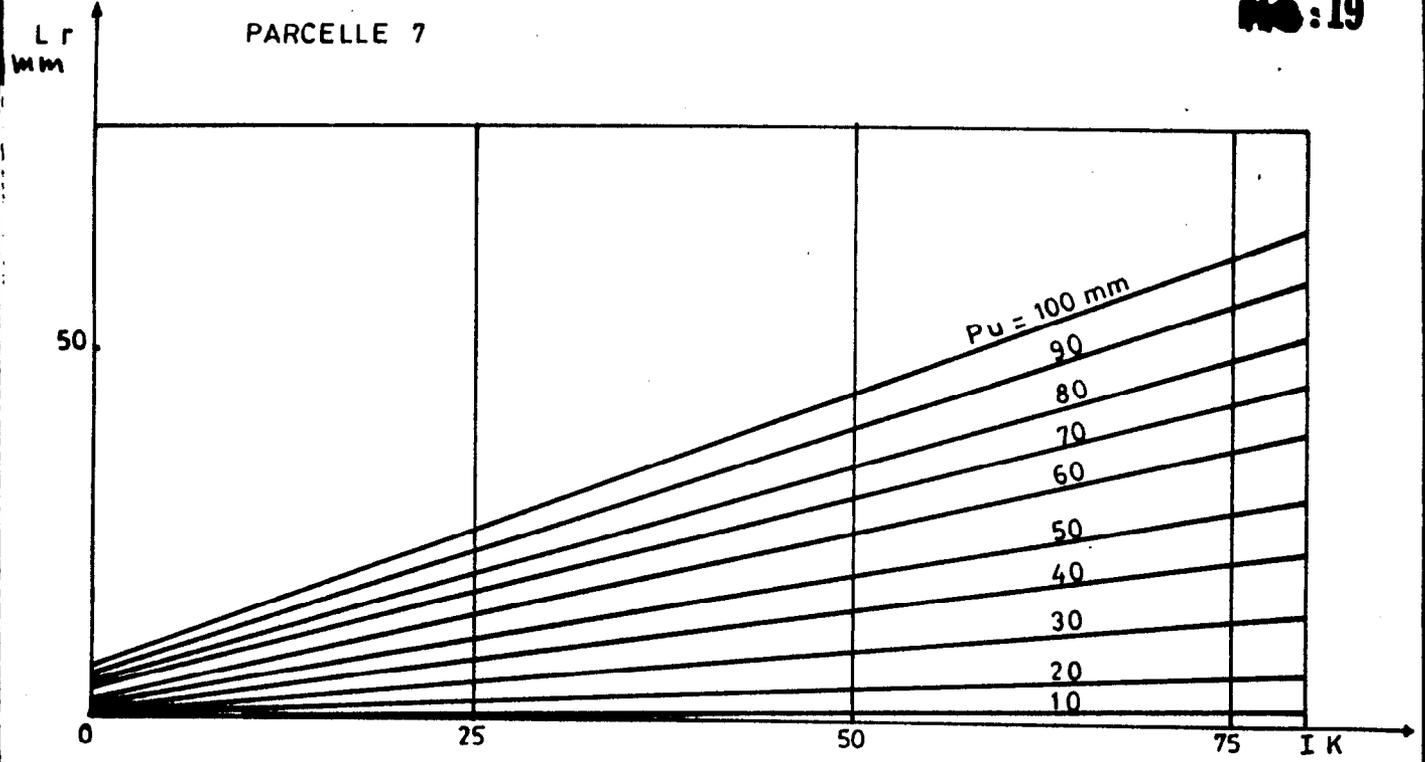
PARCELLE 5



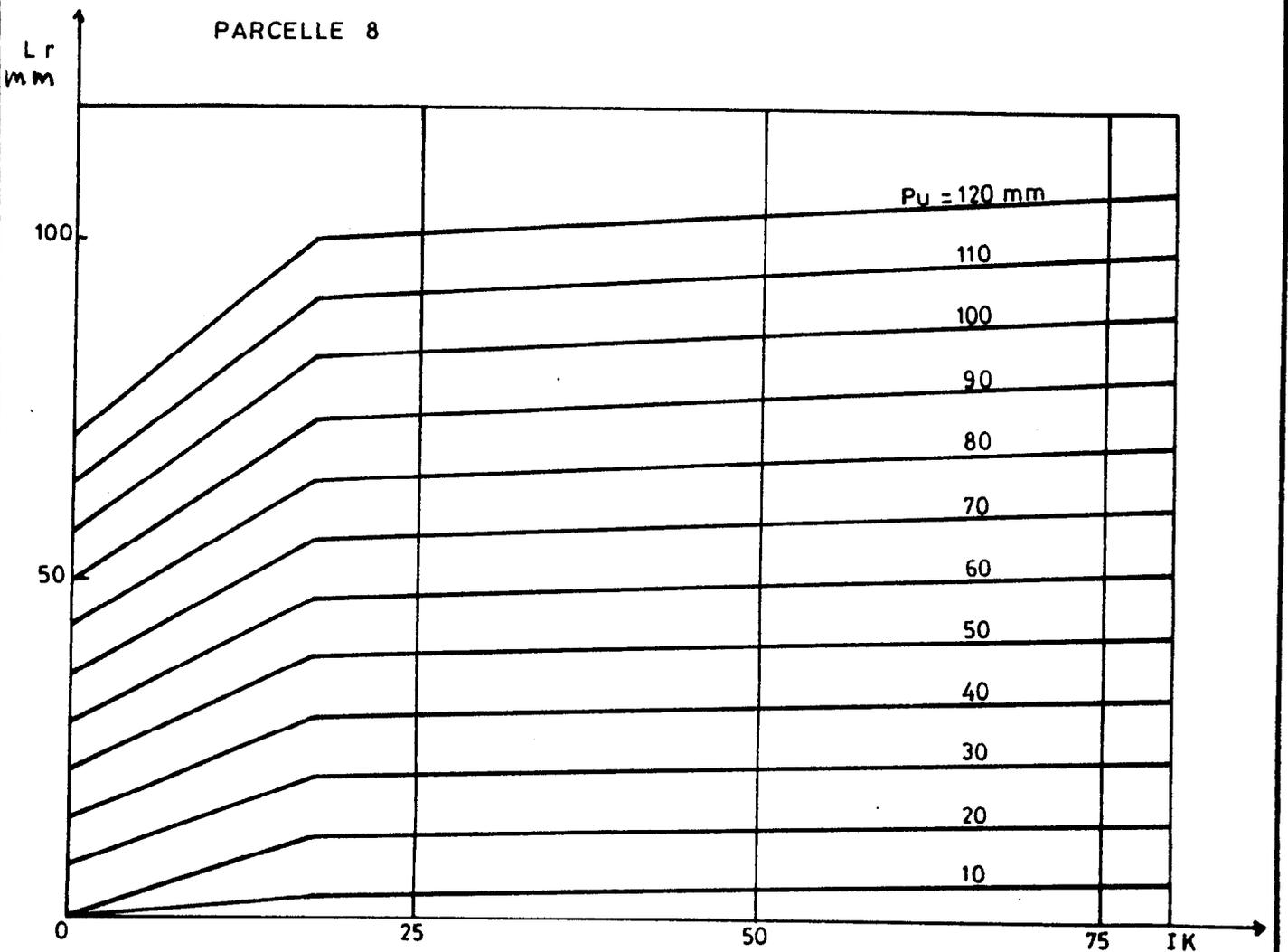
PARCELLE 6



PARCELLE 7

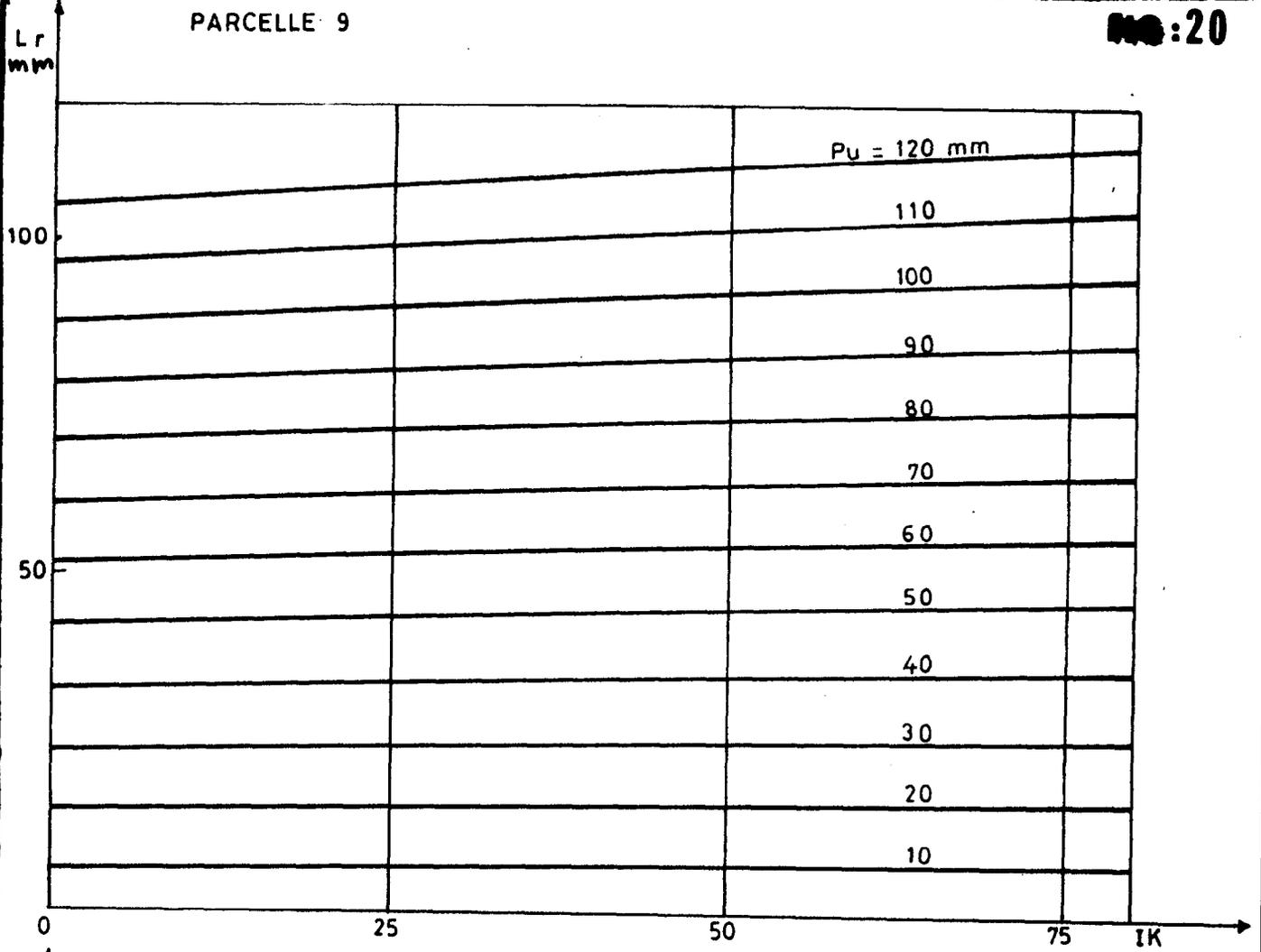


PARCELLE 8

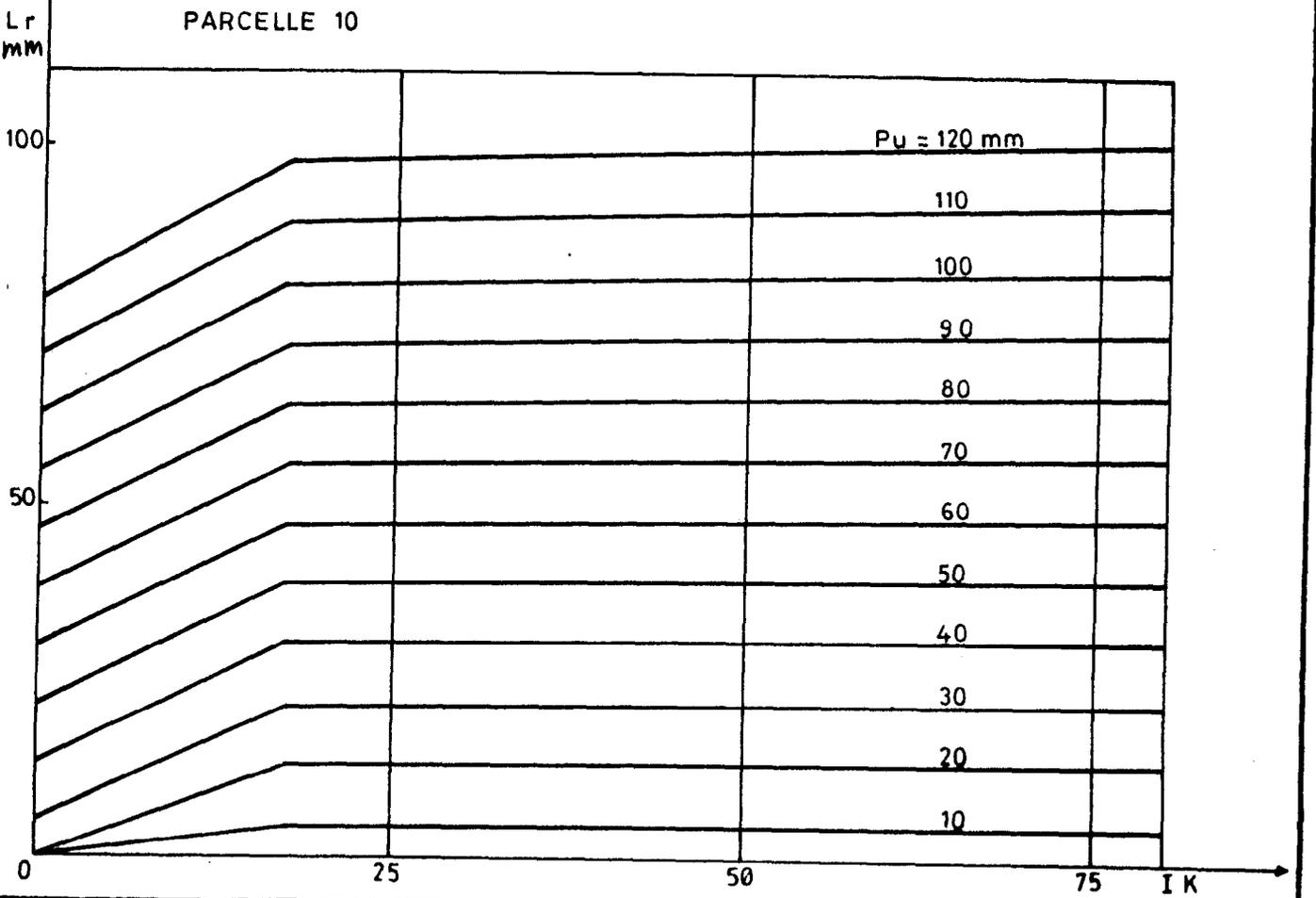


PARCELLE 9

NO:20



PARCELLE 10



C'est cette relation qui caractérise l'aptitude au ruissellement d'une parcelle et donc un état de surface. On trouvera ci-après les équations caractéristiques de chacune des parcelles.

Pour vérifier la validité de ces équations, nous avons reconstitué par le calcul toutes les lames ruisselées de la campagne de pluies simulées et nous les avons comparé aux lames ruisselées mesurées (fig. 21). On peut constater que la dispersion autour de la première bissectrice n'est pas significative et est relativement faible.

BANIGOROU 1985
EQUATIONS DES PARCELLES

Parcelle 1

$$Lr = 0,08 IK + 0,877 Pu - 9,2$$

Parcelle 2

$$Lr = 0,0008 Pu IK + 0,013 IK + 0,915 Pu - 3,6$$

Parcelle 3

$$Lr = 0,009 Pu IK + 0,0176 IK + 0,183 Pu - 4,0$$

Parcelle 4

$$IK < 17 \quad Lr = 0,024 Pu IK + 0,395 IK + 0,381 Pu - 11,5$$

$$IK > 17 \quad Lr = 0,0002 Pu IK + 0,007 IK + 0,786 Pu - 3,9$$

Parcelle 5

$$IK < 20 \quad Lr = 0,008 Pu IK + 0,08 IK + 0,663 Pu - 5,8$$

$$IK > 20 \quad Lr = 0,0017 Pu IK + 0,017 IK + 0,821 Pu - 3,9$$

Parcelle 6

$$Lr = 0,007 Pu IK - 0,066 IK + 0,179 Pu - 5,7$$

Parcelle 7

$$Lr = 0,008 Pu IK - 0,05 IK + 0,086 Pu - 2,4$$

Parcelle 8

$$IK < 17 \quad Lr = 0,008 Pu IK + 0,484 IK + 0,711 Pu - 13,5$$

$$IK > 17 \quad Lr = 0,0008 Pu IK + 0,027 IK + 0,888 Pu - 5,1$$

Parcelle 9

$$Lr = 0,0009 Pu IK + 0,009 IK + 0,906 Pu - 3,1$$

Parcelle 10

$$IK < 17 \quad Lr = 0,0013 Pu IK + 0,9 IK + 0,815 Pu - 18,9$$

$$IK > 17 \quad Lr = 0,0004 Pu IK + 0,001 KI + 0,846 Pu - 3,8$$

.../...

COMPARAISON DES LAMES RUISSELLEES
CALCULEES D'APRES LES EQUATIONS
AVEC LES LAMES OBSERVEES

Parcelle	Pluie	Pu mm	I K	Lrc mm	Lro mm	Δ Lr
1	1	113,1	0	90,0	88,2	+ 1,8
	2	55,2	70,3	44,8	45,0	- 0,2
	3	55,2	28,7	41,5	41,3	+ 0,2
	4	55,2	51,5	43,3	44,0	- 0,7
	5	55,0	17,0	40,4	37,1	+ 3,1
	6	121,7	45,1	101,1	90,8	+ 10,3
2	1	114,7	0	101,4	101,4	0
	2	55,4	71,3	51,2	50,0	+ 1,2
	3	55,8	28,9	49,1	49,8	- 0,7
	4	55,2	51,9	49,9	46,2	+ 3,7
	5	54,6	20,8	47,5	47,8	- 0,3
	6	117,2	45,8	108,5	109,8	- 1,3
3	1	113,7	0	16,8	15,8	+ 1
	2	55,0	73,0	41,3	20,2	+ 21,1
	3	55,4	29,2	20,3	18,3	+ 2
	4	55,6	50,5	30,8	30,7	+ 0,1
	5	54,5	20,6	15,8	29,9	- 14,1
	6	113,8	46,5	63,6	66,6	- 3,0
4	1	112,5	0	31,4	30,5	+ 0,9
	2	55,4	71,6	41,5	34,1	+ 7,4
	3	55,1	28,7	40,5	33,3	+ 7,2
	4	55,2	51,7	41,0	41,2	- 0,2
	5	55,0	17,6	40,2	39,4	+ 0,8
	6	113,3	44,2	87,6	82,9	+ 4,7
5	1	111,6	0	68,2	71,3	- 3,1
	2	55,4	70,6	49,5	47,8	+ 1,7
	3	54,8	28,1	44,2	42,5	+ 1,7
	4	55,0	51,4	47,0	39,1	+ 7,9
	5	54,8	20,5	43,4	40,7	+ 2,7
	6	113,7	47,4	99,4	105,5	- 6,1
6	1	111,1	0	14,2	11,6	+ 2,6
	2	55,2	69,4	28,2	10,6	+ 17,6
	3	54,8	28,5	13,9	10,8	+ 3,1
	4	55,2	48,9	21,1	18,1	+ 3,0
	5	55,0	17,1	10,1	9,9	+ 0,2
	6	114,4	44,3	49,3	43,7	+ 5,6

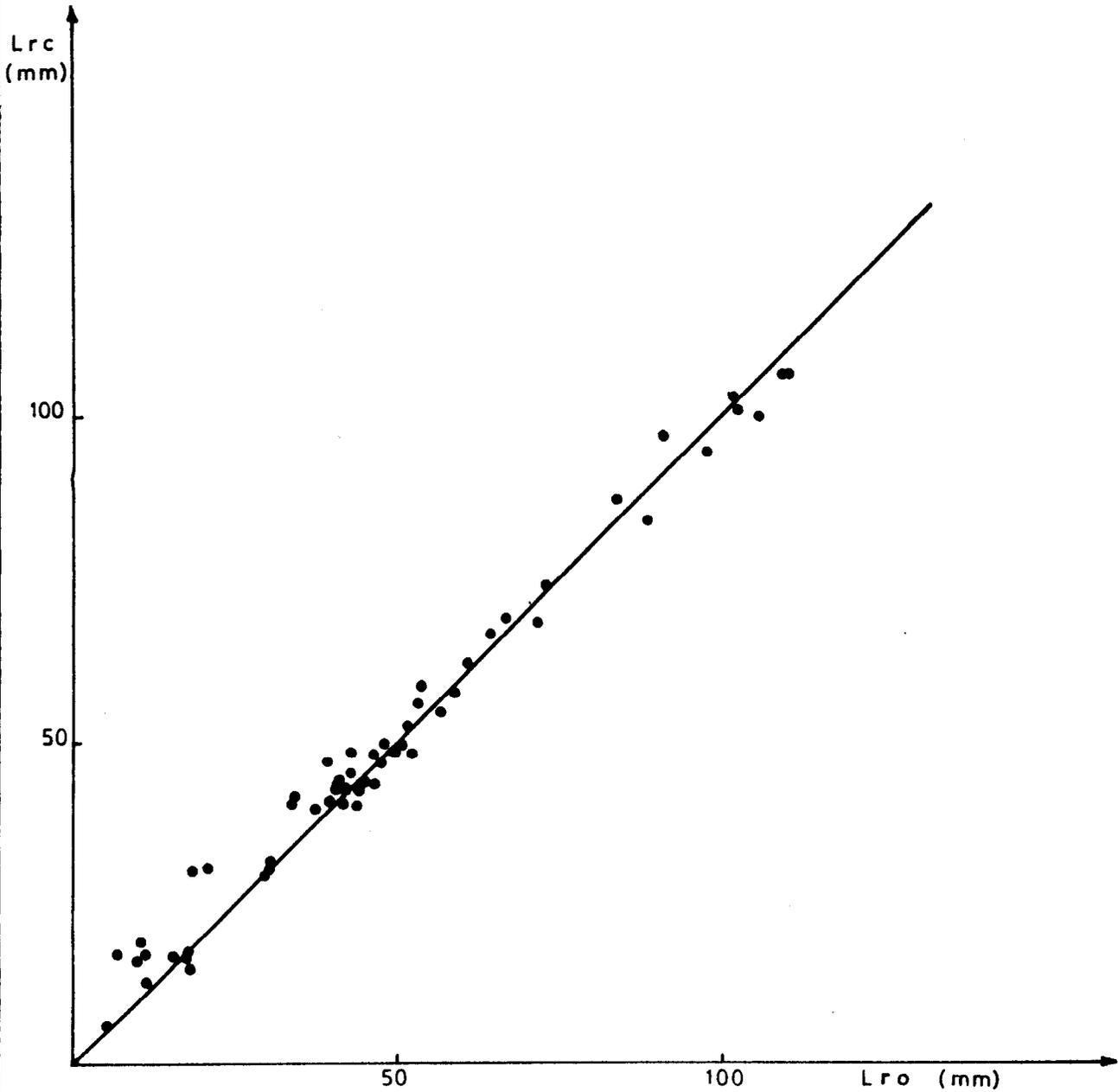
- 21 -

**COMPARAISON DES LAMES RUISSELLEES
CALCULEES D'APRES LES EQUATIONS
AVEC LES LAMES OBSERVEES**

Parcelle	Pluie	Pu mm	I K	Lrc mm	Lro mm	Δ Lr
7	1	111,8	0	7,2	5,2	+ 2,0
	2	55,4	69,5	30,3	14,9	+ 15,4
	3	55,5	29,0	14,1	3,8	+ 10,3
	4	55,3	51,8	23,1	17,2	+ 5,9
	5	55,0	20,7	10,6	15,8	- 5,2
	6	114,1	46,7	48,7	57,6	- 8,9
8	1	112,6	0	66,6	64,7	+ 1,9
	2	54,6	69,7	48,3	43,5	+ 4,8
	3	55,2	28,6	46,0	43,0	+ 3,0
	4	54,9	51,4	47,4	48,3	- 0,9
	5	55,1	17,5	45,1	41,5	+ 3,6
	6	115,0	44,7	102,3	101,5	+ 0,8
9	1	114,7	0	100,8	102,2	- 1,4
	2	55,6	71,0	51,5	51,0	+ 0,5
	3	55,1	29,5	48,6	42,4	+ 6,2
	4	55,0	51,8	49,8	50,8	- 1,0
	5	55,4	20,5	48,5	52,1	- 3,6
	6	115,1	47,0	106,5	108,9	- 2,4
10	1	113,5	0	73,6	73,1	+ 0,5
	2	54,8	70,3	44,2	41,0	+ 3,2
	3	55,0	29,1	43,3	40,4	+ 2,9
	4	54,8	51,0	43,8	46,4	- 2,6
	5	55,4	17,2	43,5	42,3	+ 1,2
	6	113,7	44,7	94,4	97,5	- 3,1

BANIGOROU

Relation Lames ruisselées calculées - observées



IV APPLICATION DU MODELE SIMULATEUR A L'ETUDE HYDROLOGIQUE DU BASSIN

1. Fonction de production du bassin

La fonction de production du ruissellement de chaque unité cartographique est définie par la combinaison des équations Lr (Pu , Ik) des parcelles correspondantes en fonction de la surface que représente chaque parcelle.

En combinant, au prorata du pourcentage de surface du bassin occupé par chaque unité cartographique, les fonctions de production de chaque unité, on obtient la fonction de production du bassin qui est exprimée par l'équation :

$$Lr B = 0,27 Lr1 + 0,01 Lr2 + 0,10 Lr3 + 0,025 Lr4 + 0,245 Lr5 + 0,16 Lr6 + 0,02 Lr7 + 0,017 Lr8 + 0,148 Lr9 + 0,005 Lr10$$

Lri : fonction de production de l'unité cartographique i .

En introduisant dans cette équation les valeurs Lri déterminées au paragraphe précédent on obtient le système d'équations suivant qui permet de reconstituer la lame ruisselée du bassin pour n'importe quelle pluie naturelle.

Pour :

$$IK < 17 \quad LrB = 0,005 PuIK + 0,054 IK + 0,700 Pu - 6,69$$

$$17 < IK < 20 \quad LrB = 0,004 PuIK + 0,032 IK + 0,713 Pu - 6,29$$

$$IK > 20 \quad LrB = 0,003 PuIK + 0,016 IK + 0,752 Pu - 5,83$$

2. Fonction de calage

Pour chacune des crues mesurées pendant la période d'observation du bassin, nous avons à partir des équations précédentes reconstitué les valeurs des lames ruisselées.

Pour le calcul de IK nous avons utilisé la pluie moyenne sur le bassin, les temps de ressuyage entre 2 averses étant ceux mesurés au pluviographe PE I ou au pluviographe PE II en cas de non-fonctionnement. La valeur de Pu introduite dans les équations LrB est la pluie moyenne sur le bassin. Ces lames ruisselées calculées (Lrc) sont reportées dans le tableau ci-après en regard des valeurs réellement observées (Lro) on peut constater sur la figure 22 que les valeurs Lrc et Lro sont assez peu dispersées. Cette liaison linéaire s'exprime par l'équation :

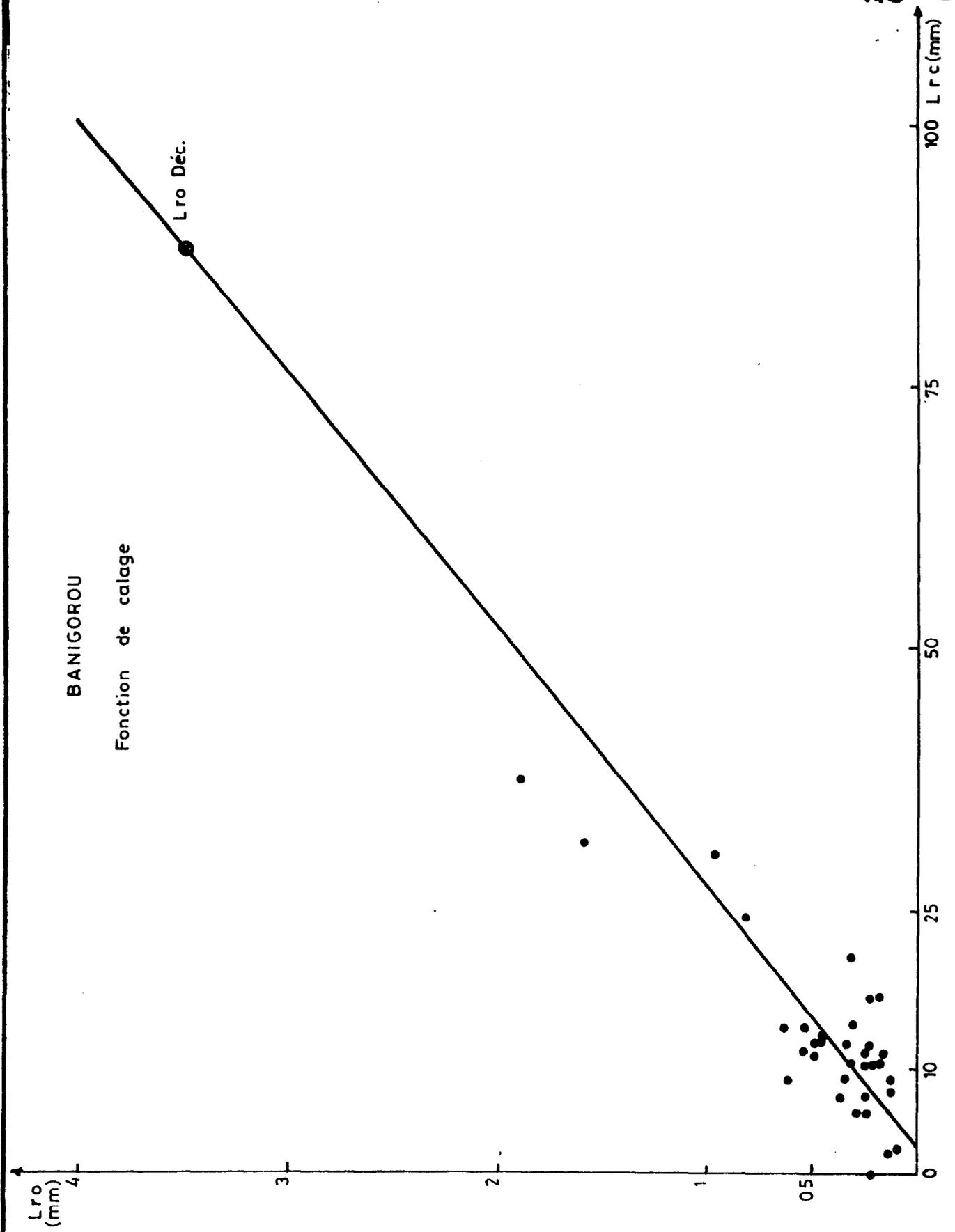
$$Lro = 0,041 Lrc - 0,093 \quad (R = 0,834)$$

.../...

- 25 -

ESTIMATION DES LAMES RUISSELEES A PARTIR DE LA PLUIE UTILE

Date	Pu mm	I K	Lro mm	Lrc mm
17/6/1960	29,9	12,4	0,23	16,8
22/6	22,1	9,0	0,24	10,3
29/6	25,8	1,4	0,24	11,6
2/7	22,7	6,6	0,22	10,3
6/7	20,8	6,9	0,13	9,0
13/7	27,4	0,9	0,47	12,7
14/7	56,0	13,4	1,9	37,0
21/7	29,2	2,6	0,31	14,3
27/7	25,6	1,6	0,16	11,5
30/7	14,7	16,6	0,24	5,7
4/8	26,4	8,0	0,46	13,3
22/8	23,9	21,5	0,53	14,0
25/8	23,7	10,1	0,54	11,7
31/8	23,8	3,2	0,32	10,5
1/9	22,4	16,4	0,63	11,7
18/9	31,5	7,9	0,18	17,0
22/9	25,5	5,9	0,23	12,2
14/7/1961	20,1	4,0	0,12	8,0
19/20/7	37,3	3,9	0,33	20,3
27/7	23,3	4,9	0,18	10,5
31/7	18,1	9,7	0,37	7,4
3/8	50,5	8,3	1,59	31,2
10/8	42,0	5,5	0,82	24,2
18/8	51,1	3,6	0,97	30,2
23/8	19,4	14,0	0,62	9,0
1/9	25,1	3,7	0,49	11,5
1 au 2/9	9,7	22,4	0,09	2,5
4/9	16,1	9,4	0,28	5,9
7 au 8/9	20,4	8,7	0,34	9,0
10/9	25,3	8,7	0,48	12,6
15/9	7,5	12,7	0,22	0
15/9	10,1	15,7	0,13	2,6
20/9	26,8	2,1	0,34	12,5
22 au 23/9	19,1	8,3	0,24	7,9



BANIGOROU

Fonction de calage

C'est cette équation qui représente la fonction de calage du bassin. Elle a été calculée pour les années 60 et 61. L'échantillon n'est pas suffisamment important pour affirmer que cette fonction de calage est vraiment représentative du bassin.

3. Estimation des lames ruisselées de fréquence annuelle et décennale

On considère généralement que la crue décennale est engendrée par la pluie de récurrence décennale tombant sur un sol dont l'état d'humectation est médian. Nous caractériserons cette dernière condition par un $IK = 20$.

La pluviométrie moyenne sur le bassin de récurrence décennale est de 115,2 mm (nous avons pris un coefficient d'abattement de 0,96 pour une pluie décennale estimée à 120 mm).

Si on introduit cette valeur dans la relation $L_r = f(P_u, IK)$ on obtient la lame ruisselée calculée décennale de 88,0 mm.

Par l'application de la fonction de calage, on calcule la lame ruisselée de récurrence décennale estimée par le "modèle simulateur" L_{rs} .

$$L_{rs} \text{ décennale} = 3,51 \text{ mm}$$

Ce résultat comparé à celui estimé par l'étude classique (L_r décennale = 5,5 mm) semble satisfaisant.

V. CONCLUSION

Malgré une pluviométrie moyenne s'apparentant à une zone de climat tropical pur, le bassin se comporte plutôt comme un bassin dans un milieu sahélien. Ce déséquilibre provient du réseau hydrographique très dégradé et discontinu, des dunes littorales (P7) qui absorbent une partie de l'écoulement et forment des mares sur les sols hydromorphes (P8 et P9), des zones de graminées (P6) à tendance endoréïque et des zones de culture (20 % de la superficie du bassin) installées sur sols sableux.

B I B L I O G R A P H I E

- Etude hydrologique des Tributaires de la Cuvette de KOULOU - Rapport des campagnes 1960 et 1961 P. DUBREUIL.
- Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux. Années 1951 - 1969 - P. DUBREUIL.
- Compte rendu de mission au NIGER A. CASENAVE - Novembre 84 et Février 85. (BANIGOROU).
- Cartographie des organisations superficielles du bassin versant de BANIGOROU - C. VALENTIN - J. M. IRIS - Avril 1985.
- Compte rendu de la campagne de simulation de pluies bassin de BANIGOROU - J.P. BRICQUET Avril 1985.

A N N E X E S

Par- celles	pluie	Date	Heure		tu mn,s	te mn,s	ta H,mm	Pa mm	Pu mm	Pi mm	Pe mm	Lr mm	Li mm	Kru %	Kre %	Ik	Dr mm
			Début	Fin													
1	1	20/03	16 ^H 15	18 ^H 00	105'	96'30		0	113,1	4,3	108,8	88,2	24,7	78,2	81,3	0	0,2
	2	21/03	16 ^H 50	17 ^H 40	50'	45'	22 ^H 50	113,1	55,2	2,5	52,7	45,0	9,9	82,1	86,0	70,3	0,3
	3	24/03	16 ^H 30	17 ^H 20	50'	44'45	70 ^H 50	55,2	55,2	2,6	52,6	41,3	13,6	75,4	79,1	28,7	0,3
	4	25/03	16 ^H 45	17 ^H 35	50'	46'40	23 ^H 25	55,2	55,2	1,7	53,5	44,0	11,0	80,1	82,6	51,5	0,2
	5	29/03	9 ^H 45	10 ^H 35	50'	44'	88 ^H 10	55,2	55,0	2,9	52,1	37,1	17,7	67,8	71,6	17	0,2
	* 6	30/03	9 ^H 00	10 ^H 45	105'	100'30	22 ^H 25	55,0	121,7	2,3	119,4	90,8	30,7	74,8	76,2	45,1	0,2
	* Rupture goupille de base			Réglage intensité à 140 mm/h (Pour 140-120-100½)													
2	1	21/03	8 ^H 35	10 ^H 20	105	102'30		0	114,7	1,3	113,4	101,4	13,0	88,7	89,7	0	0,3
	2	22/03	9 ^H 10	10 ^H 00	50	46'50	22 ^H 50	114,7	55,4	1,6	53,8	50,0	5,1	90,1	93,5	71,3	0,3
	3	25/03	9 ^H 00	9 ^H 50	50	46'20	71 ^H	55,4	55,8	1,8	54,0	49,8	5,3	89,8	92,8	28,9	0,3
	* 4	26/03	9 ^H 20	10 ^H 18	50	46'30	23 ^H 30	55,8	55,2	1,8	53,4	46,2	8,7	84,2	87,1	51,9	0,3
	5	29/03	16 ^H 55	17 ^H 45	50	46'	78 ^H 37	55,2	54,6	2,0	52,6	47,8	6,5	88,1	91,4	20,8	0,3
	6	30/03	17 ^H 40	19 ^H 25	105	103'	23 ^H 55	54,6	117,2	1,1	116,1	109,8	7,1	93,9	94,8	45,8	0,3
	* Changement du cable après passage 30 à 120 mm/h																

Par- celles	pluie	Date	Heure		tu mn,s	te mn,s	ta H,mn	Pa mm	Pu mm	Pi mm	Pe mm	Lr mm	Li mm	Kru %	Kre %	Ik	Dr mm
			Début	Fin													
3	1	08/03	10 ^H 05	11 ^H 50	105	63'50		0	113,7	27,2	86,5	15,8	95,8	14,0	18,4	0	0,1
	2	09/03	9 ^H 05	9 ^H 55	50	43'	21 ^H 15	113,7	55,0	3,5	51,5	20,2	34,7	36,9	39,4	73	0,1
	3	12/03	8 ^H 50	9 ^H 40	50	39'15	70 ^H 55	55,0	55,4	6,5	48,9	18,3	37,0	33,2	37,6	29,2	0,1
	4	13/03	10 ^H 25	11 ^H 15	50	46'30	24 ^H 45	55,4	55,6	1,8	53,8	30,7	24,7	55,6	57,4	50,5	0,2
	5	16/03	18 ^H 00	18 ^H 50	50	45'00	78 ^H 45	55,6	54,4	2,0	52,4	29,9	24,3	56,0	58,0	20,6	0,3
	6	17/03	17 ^H 45	19 ^H 30	105	102'00	22 ^H 55	54,4	113,8	1,5	112,3	66,6	47,1	58,6	59,4	46,5	0,1
4	1	08/03	17 ^H 10	18 ^H 55	105	64'15		0	112,5	26,6	85,9	30,5	81,8	27,3	35,7	0	0,2
	2	09/03	16 ^H 35	17 ^H 25	50	44'	21 ^H 40	112,5	55,4	3,0	52,4	34,1	21,1	61,9	65,5	71,6	0,2
	3	12/03	16 ^H 50	17 ^H 40	50	41'30	71 ^H 25	55,4	55,1	6,8	48,3	33,3	21,5	61,0	69,6	28,7	0,3
	4	13/03	16 ^H 50	17 ^H 40	50	46'30	23 ^H 10	55,1	55,2	1,8	53,4	41,2	13,8	75,0	77,5	51,7	0,2
	5	17/03	8 ^H 20	9 ^H 10	50	42'45	86 ^H 40	55,2	55,0	3,6	51,4	39,4	15,4	72,0	77,0	17,6	0,2
	6	18/03	9 ^H 00	10 ^H 45	105	102'00	23 ^H 50	55,0	113,9	1,5	112,4	83,7	30,0	73,7	74,6	44,2	0,2

Par- celles	pluie	Date	Heure		tu mn,s	te mn,s	ta H,mn	Pa mm	Pu mm	Pi mm	Pe mm	Lr mm	Li mm	Kru %	Kre %	Ik	Dr mm
			Début	Fin													
5	1	10/03	8 ^H 40	10 ^H 25	105'	97'30		0	111,6	3,8	107,8	71,3	40,2	64	66,2	0	0,3
	2	11/03	8 ^H 25	9 ^H 15	50'	46'5	22 ^H	111,6	55,4	2,0	53,4	47,8	7,2	87	90,3	70,6	0,4
	3	14/03	9 ^H 15	10 ^H 05	50'	45'40	72 ^H	55,4	54,8	2,2	52,6	42,5	12,0	78,1	81,4	28,1	0,3
	4	15/03	9 ^H 10	10 ^H 00	50'	46'45	22 ^H 55	54,8	55,0	1,6	53,4	39,1	15,6	71,6	73,8	51,4	0,3
	5	18/03	17 ^H 10	18 ^H 00	50'	46'	79 ^H 10	55,0	54,8	2,0	52,8	40,7	13,8	74,8	77,7	20,5	0,3
	6	19/03	16 ^H 10	17 ^H 55	105'	102'30	22 ^H 10	54,8	113,7	1,3	112,4	105,5	7,9	93,1	94,1	47,4	0,3
6	1	10/03	16 ^H 35	18 ^H 20	105	103'30		0	111,1	28,0	83,1	11,6	99,5	10,4	14,0	0	0
	2	11/03	16 ^H 55	17 ^H 45	50	38'35	22 ^H 35	111,1	55,2	7,6	47,6	10,6	44,6	19,2	22,3	69,4	0
	3	14/03	16 ^H 35	15 ^H 25	50	38'45	70 ^H 50	55,2	54,8	7,5	47,3	10,8	44,0	19,7	22,8	28,5	0
	4	15/03	17 ^H 00	17 ^H 50	50	39'30	25 ^H 35	54,8	55,2	6,0	49,2	18,1	37,1	32,8	36,8	48,9	0
	5	19/03	8 ^H 40	9 ^H 30	50	38'30	86 ^H 50	55,2	55,0	8,0	47,0	9,9	45,1	18,0	21,1	17,1	0
	6	20/03	8 ^H 50	10 ^H 35	105	92'30	23 ^H 20	55,0	114,4	6,3	108,1	43,7	70,6	38,3	40,5	44,3	0,1

Par- celles	pluie	Date	Heure		tu mn,s	te mn,s	ta H,mm	Pa mm	Pu mm	Pi mm	Pe mm	Lr mm	Li mm	Kru %	Kre %	Ik	Dr mm
			Début	Fin													
7	1	01/04	9 ^H 25	11 ^H 10	105'	62'30		0	111,8	30,8	81,0	5,2	106,6	4,7	6,4	0	0
	2	02/04	10 ^H 00	10 ^H 50	50'	38'30	22 ^H 50	111,8	55,4	8,0	47,4	14,9	40,5	26,9	31,4	69,5	0
	3	05/04	8 ^H 50	9 ^H 40	50'	38'30	70 ^H	55,4	55,5	8,2	47,3	3,8	51,7	6,8	8,3	29,0	0
	4	06/04	9 ^H 10	10 ^H 00	50'	39'	23 ^H 30	55,5	55,3	6,7	48,6	17,2	38,1	31,1	35,4	51,8	0
	5	09/04	17 ^H 00	17 ^H 50	50'	39'	79 ^H	55,3	55,0	7,0	48,0	15,8	39,2	28,7	32,9	20,7	0
	6	10/04	16 ^H 50	18 ^H 35	105'	95'	23 ^H	55,0	114,1	5,2	108,9	57,6	56,4	50,6	52,1	46,7	0,1
8	1	03/04	16 ^H 15	18 ^H 00	105'	85'		0	112,6	2,0	110,6	64,7	47,7	57,6	58,7	0	0,2
	2	04/04	17 ^H	17 ^H 50	50'	47'	23	112,6	54,6	1,5	53,1	43,5	10,8	80,2	82,5	69,7	0,3
	3	07/04	16 ^H 20	17 ^H 10	50'	41'30	70 ^H 30	54,6	55,2	4,4	50,8	43,0	11,9	78,4	85,2	28,6	0,3
	4	08/04	16 ^H 40	17 ^H 30	50'	47'	23 ^H 30	55,2	54,9	1,5	53,4	48,3	6,3	88,5	91,0	51,4	0,3
	5	12/04	8 ^H 10	9 ^H 00	50'	43'	86 ^H 40	54,9	55,1	3,5	51,6	41,5	13,3	75,9	81,0	17,5	0,3
	6	13/04	8 ^H 15	10 ^H 00	105'	102'	23 ^H 15	55,1	115,0	1,5	113,5	101,5	13,1	88,6	89,8	44,7	0,4

INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUITS UTILIS ET LAMES RUISSELES

CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 1

Site I

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr										
5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0,2	2,4	0,0	2,5	0,1
10	5,0	0,1	5,0	0,9	5,0	0,6	5,0	1,3	4,8	0,3	5,0	0,3
15	7,5	0,6	15,0	8,4	15,1	7,9	15,0	9,1	15,1	6,7	7,5	1,2
20	10,0	1,5	25,0	17,6	25,2	16,7	25,0	18,4	25,4	14,8	10,0	2,4
25	12,5	2,7	31,7	23,9	31,8	22,6	31,6	24,6	31,9	20,0	12,5	3,6
30	15,0	4,1	38,4	29,8	38,4	28,2	38,2	30,4	38,4	24,9	15,0	4,9
35	20,0	7,7	43,5	34,6	43,4	32,2	43,4	34,7	43,4	28,7	20	8,1
40	25,0	11,7	48,6	38,9	48,4	36,9	48,6	38,9	48,4	32,3	25,0	11,9
45	35,8	20,7	51,9	42,0	51,8	38,9	51,9	41,6	51,7	34,7	36,7	20,8
50	46,6	30,6	55,2	45,0	55,2	41,3	55,2	44,0	55,0	37,1	48,4	30,7
55	56,6	40,8									60,1	40,9
60	66,6	49,8									71,8	50,7
65	74,9	57,0									83,5	60,5
70	83,2	64,0									91,8	67,9
75	89,9	69,6									98,5	74,1
80	96,6	75,5									105,2	80,2
85	99,9	78,3									108,5	82,7
90	103,2	80,6									111,8	84,7
95	106,5	83,1									115,1	86,8
100	109,8	85,6									118,4	88,8
105	113,1	88,2									121,7	90,8

INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUIES UTILES ET LAMES RUISSELLES
CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 2

Site I

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr
5	2,5	0,6	2,5	0,3	2,5	0,2	2,5	0,2	2,5	0,1	2,7	0,6
10	5,0	2,1	5,0	2,2	5,0	1,7	5,0	1,7	5,0	1,8	5,4	2,5
15	7,5	3,9	15,2	11,0	15,3	10,4	15,3	8,3	15,0	10,2	8,1	4,6
20	10,0	5,8	25,4	21,2	25,6	20,5	26,6	18,4	25,0	19,9	10,8	6,8
25	12,5	7,7	32,1	27,9	32,2	27,0	32,1	24,8	31,6	26,4	13,5	9,1
30	15,0	9,6	38,8	34,1	38,8	33,5	38,6	31,1	38,2	32,2	16,2	11,4
35	20,0	14,0	43,8	38,8	44,0	38,5	43,6	35,7	43,1	36,8	21,4	16,2
40	25,0	18,8	48,8	43,5	49,2	43,5	48,6	40,3	48,0	41,6	26,6	21,4
45	36,6	28,3	52,1	46,8	52,5	46,7	51,9	43,3	51,3	44,7	37,3	30,7
50	48,2	39,2	55,4	50,0	55,8	49,8	55,2	46,2	54,6	48,7	48,1	41,2
55	58,2	48,3									58,3	50,8
60	68,2	57,6									68,5	60,6
65	76,5	65,4									77,2	70,1
70	84,8	73,5									85,9	78,8
75	91,5	79,7									93,3	86,5
80	98,2	85,9									100,7	93,8
85	101,5	89,2									104,0	97,4
90	104,8	92,2									107,3	100,5
95	108,1	95,2									110,6	103,3
100	111,4	98,3									113,9	106,8
105	114,7	101,4									117,2	109,8

INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUIES UTILES ET LAMES RUSSSEIETS

CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 3

Site II

tu	Pluie 1 D		PLuie 2 A		PLuie 3 A		PLuie 4 A		PLuie 5 A		PLuie 6 D	
	Pu	Lr										
5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,6	0,1	2,7	0	2,5	0,1
10	5,0		5,0	0,1	5,0	0	5,2	0,4	5,4	0,2	5,0	0,4
15	7,5		15,0	3,9	15,0	2,0	15,2	6,2	15,4	4,8	7,5	0,9
20	10,0		25,0	8,7	25,0	6,3	25,2	13,4	25,4	11,1	10,0	1,4
25	12,5		31,7	11,6	31,7	8,1	31,9	17,8	31,8	15,7	12,5	2,1
30	15,0		38,4	14,4	38,4	12,0	38,6	21,8	38,2	20,0	15,0	2,8
35	20,0		43,4	16,4	43,6	14,1	43,8	24,9	43,0	23,5	20,2	5,5
40	25,0	0	48,4	18,3	48,8	16,3	49,0	27,7	47,8	26,6	25,5	8,7
45	36,0	1,3	51,7	19,3	52,1	17,4	52,3	29,3	51,1	28,4	36,3	16,5
50	47,0	3,5	55,0	20,2	55,4	18,3	55,6	30,7	54,4	29,9	47,1	24,8
55	57,0	5,5									57,2	32,5
60	67,0	7,6									67,4	40,0
65	75,4	9,5									75,7	46,0
70	83,8	11,6									84,0	51,2
75	90,5	12,9									90,6	55,1
80	97,2	14,2									97,3	58,9
85	100,5	14,6									100,6	60,5
90	103,8	14,8									103,9	61,9
95	107,1	15,1									107,2	63,4
100	110,4	15,4									110,5	65,0
105	113,7	15,8									113,8	66,6

INFILTROMÈTRE A ASPERSION : PLUIES UTILES (1) LAMES RUISSELEFS

CALCULÉES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 4

Site II

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr										
5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,6	0,2	2,5	0	2,5	0,3
10	5,0		5,0	0,4	5,0	0,1	5,2	1,5	5,0	0,3	5,0	1,4
15	7,5		15,2	6,8	15,0	6,3	15,2	8,7	15,0	6,5	7,5	2,7
20	10,0		25,4	13,4	25,0	14,0	25,2	17,2	25,0	14,8	10,0	4,2
25	12,5		32,1	19,4	31,7	18,7	31,8	22,6	31,5	21,1	12,5	5,7
30	15,0		38,8	23,9	38,4	23,1	38,4	27,7	38,0	26,6	15,0	7,3
35	20,0		43,8	27,0	43,5	26,3	43,4	32,1	43,2	30,6	20,2	11,0
40	25,0	0	48,8	30,2	48,6	29,4	48,4	36,5	48,4	34,5	25,4	15,1
45	35,8	2,4	52,1	32,2	51,8	31,4	51,8	38,9	51,7	37,0	36,3	24,2
50	46,6	5,9	55,4	34,1	55,1	33,3	55,2	41,2	55,0	39,4	47,2	32,6
55	56,3	9,4									57,2	41,8
60	66,0	13,2									67,2	50,7
65	74,3	16,7									75,5	56,9
70	82,6	20,5									83,8	63,3
75	89,3	23,3									90,3	68,5
80	96,0	26,3									96,8	73,4
85	99,3	27,0									100,1	75,4
90	102,6	27,6									103,4	77,2
95	105,9	28,4									106,7	79,0
100	109,2	29,4									110,0	80,9
105	112,5	30,5									113,3	82,9

INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUIES UTILES ET LAMES RUISSELEES

CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 5

Site II

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr										
5	2,5	0	2,5	0,3	2,6	0,1	2,5	0,7	2,5	0,2	2,5	0,7
10	5,0	0,3	5,0	2,0	5,2	1,7	5,0	2,4	5,0	1,6	5,0	2,1
15	7,5	1,1	15,0	9,8	14,8	8,8	15,0	8,4	15,0	7,4	7,5	4,1
20	10,0	2,1	25,0	18,5	24,4	16,6	25,0	15,0	25,0	14,0	10,0	6,1
25	12,5	3,2	31,9	25,5	31,1	21,7	31,6	19,7	31,5	19,5	12,5	8,0
30	15,0	4,4	38,8	32,8	37,8	26,7	38,2	24,4	38,0	25,6	15,0	10,1
35	20,0	7,2	43,8	37,4	42,9	32,1	43,2	28,2	43,0	30,4	20,2	14,8
40	25,0	10,7	48,8	41,9	48,0	36,6	48,2	32,7	48,0	35,3	25,5	19,5
45	35,0	16,8	52,1	44,9	51,4	39,6	51,6	35,7	51,4	38,5	36,2	29,1
50	45,0	23,0	55,4	47,8	54,8	42,5	55,0	38,7	54,8	40,7	47,0	40,1
55	55,0	29,5									57,0	49,8
60	65,0	35,9									67,0	59,9
65	73,3	41,2									75,1	68,1
70	81,6	46,1									83,2	76,8
75	88,3	50,8									90,2	83,2
80	95,1	56,5									97,2	89,7
85	98,4	59,4									100,5	93,1
90	101,7	62,0									103,8	96,1
95	105,0	64,7									107,1	99,2
100	108,3	67,5									110,4	102,3
105	111,6	71,3									113,7	105,5

**INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUFS UTILES ET LAMES RUISSELES
CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUES**

Parcelle 6

Site II

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr										
5	2,5	0	2,4	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0
10	5,0	0	4,8	0	5,0	0	5,0	0	5,0	0	5,0	0
15	7,5	0	14,8	1,5	14,8	1,7	15,0	2,8	14,9	1,5	7,5	0,05
20	10,0	0	24,8	5,0	24,6	5,5	25,0	8,2	24,8	6,5	10,0	0,1
25	12,5	0	31,5	7,0	31,3	7,4	31,7	11,4	31,5	7,2	12,5	0,25
30	15,0	0	38,2	8,9	38,0	9,0	38,4	14,2	38,2	8,5	15,0	0,4
35	20,0	0	43,3	9,9	43,0	9,8	43,4	15,9	43,3	9,2	20,0	1,5
40	25,0	0	48,4	10,3	48,0	10,8	48,4	17,2	48,4	9,7	25,0	2,8
45	34,8	0,7	51,8	10,5	51,4	10,8	51,8	17,8	51,7	9,85	36,1	8,5
50	44,6	2,2	55,2	10,6	54,8	10,8	55,2	18,1	55,0	9,9	47,2	15,1
55	54,4	3,8									57,3	21,5
60	64,2	5,4									67,4	28,0
65	72,5	6,9									75,9	32,3
70	80,8	8,6									84,4	36,5
75	87,7	9,9									71,1	39,4
80	94,6	11,0									97,8	41,7
85	97,9	11,3									101,1	42,4
90	101,2	11,5									104,4	42,7
95	104,5	11,5									107,3	43,1
100	107,8	11,5									111,0	43,4
105	111,1	11,6									114,4	43,7

INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUIES UTILES ET LAMES RUISSELEES
CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 7

Site III

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr
5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	2,3	0	2,5	0	2,6	0
10	5,0	0	5,0	0	5,0	0	4,6	0	5,0	0	5,2	0
15	7,5	0	15,2	2,7	15,2	0,7	14,8	3,3	15,1	2,3	7,8	0,1
20	10,0	0	25,4	7,8	25,5	2,9	25,0	8,7	25,2	7,0	10,4	0,2
25	12,5	0	32,0	10,5	32,2	3,4	31,7	11,6	31,9	9,7	13,0	0,4
30	15,0	0	38,6	12,7	38,9	3,7	38,5	14,2	38,6	12,6	15,6	0,5
35	20,0	0	42,6	13,7	43,9	3,8	43,5	15,6	43,4	13,8	20,6	2,3
40	25,0	0	48,6	14,8	48,9	3,8	48,5	16,8	48,2	14,9	25,6	4,4
45	34,9	0,3	52,0	14,9	52,2	3,8	51,9	17,0	51,4	15,4	36,6	11,6
50	44,8	1,1	55,4	14,9	55,4	3,8	55,3	17,2	55,0	15,8	47,6	19,5
55	54,8	1,8									57,6	26,8
60	64,8	2,8									67,6	34,1
65	73,1	3,4									75,8	39,5
70	81,4	4,1									84,1	44,7
75	88,1	4,6									90,8	48,7
80	94,8	5,1									97,6	52,8
85	98,2	5,2									100,9	53,8
90	101,6	5,2									104,2	54,6
95	105,0	5,2									107,5	55,6
100	108,4	5,2									110,8	56,6
105	111,8	5,2									114,1	57,6

INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUFS UTILES ET LAMES RUISSELEES

CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 8

Site III

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr										
5	2,5	0	2,5	0,1	2,6	0	2,4	0,4	2,5	0	2,5	0,4
10	5,0	0	5,0	0,9	5,2	0,2	4,8	1,8	5,0	0,3	5,0	1,7
15	7,5	0	14,8	8,4	15,0	7,5	14,8	10,0	15,2	7,7	7,5	3,2
20	10,0	0	24,6	17,6	24,8	16,5	24,8	19,7	25,4	16,7	10,0	4,9
25	12,5	0	31,2	23,9	31,5	22,8	31,5	26,7	32,0	22,5	12,5	6,7
30	15,0	0,1	37,8	29,2	38,2	29,0	38,3	33,5	38,6	28,4	15,0	8,6
35	20,2	1,4	42,8	34,2	43,4	33,4	43,2	38,0	43,6	32,8	20,1	12,9
40	25,4	3,7	47,8	38,4	48,6	37,7	48,1	42,5	48,6	37,0	25,2	17,7
45	35,4	10,7	51,2	41,0	51,4	40,4	51,5	45,2	51,8	39,4	36,4	27,7
50	45,4	18,4	54,6	43,5	55,2	43,0	54,9	48,9	55,1	41,5	47,6	38,5
55	55,4	25,9									57,8	47,8
60	65,4	33,3									68,0	57,1
65	73,7	39,5									76,3	65,3
70	82,0	45,7									84,6	74,2
75	88,8	50,8									91,3	80,7
80	95,6	55,9									98,0	87,1
85	99,0	57,8									101,4	90,3
90	102,4	59,3									104,8	93,1
95	105,8	61,1									108,2	96,0
100	109,2	62,8									111,6	98,8
105	112,6	64,7									115,0	101,5

**INFILTROMETRE A ASPERSION : PLUIES UTILES ET LAMES RUISSLEES
CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES**

Parcelle 9

Site III

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr	Pu	Lr
5	2,5	0,1	2,5	0,6	2,5	0,4	2,5	0,9	2,5	0,9	2,6	1,1
10	5,0	1,5	5,0	2,8	5,0	2,2	5,0	3,1	5,0	2,9	5,2	3,2
15	7,5	3,4	15,2	11,2	15,0	9,6	15,0	11,5	14,7	11,7	7,8	5,5
20	10,0	5,5	25,4	20,5	25,0	18,7	25,0	21,0	24,5	20,9	10,4	7,8
25	12,5	7,7	32,1	27,4	31,7	25,0	31,7	27,7	31,4	27,8	13,0	10,1
30	15,0	9,9	38,8	34,3	38,5	31,0	38,4	34,3	38,3	35,1	15,6	12,3
35	20,1	14,0	43,9	39,4	43,5	34,4	43,4	39,2	43,5	40,3	20,6	16,9
40	25,2	18,6	49,0	44,4	48,5	37,7	48,4	44,0	48,8	45,6	25,6	21,7
45	35,8	27,9	52,3	47,8	51,8	40,1	51,7	47,4	52,1	49,0	36,6	31,8
50	46,4	38,3	55,6	51,0	55,1	42,4	55,0	50,8	55,4	52,1	47,6	42,2
55	56,5	47,7									57,6	52
60	66,6	57,2									67,6	61,7
65	75,4	65,1									75,9	69,8
70	84,2	72,3									84,2	78,3
75	91,2	79,0									90,9	84,9
80	98,2	85,3									97,6	91,3
85	101,5	88,9									101,1	95,2
90	104,8	92,2									104,6	98,6
95	108,1	95,5									108,4	102
100	111,4	98,9									111,6	105,5
105	114,7	102,2									115,1	108,9

INFTI TROMFIRE A ASPERSION : PLUIES UTILES ET LAMES RUISSELEES

CALCULEES AU PAS DE TEMPS 5 MINUTES

Parcelle 10

Site III

tu	Pluie 1 D		Pluie 2 A		Pluie 3 A		Pluie 4 A		Pluie 5 A		Pluie 6 D	
	Pu	Lr										
5	2,6	0	2,6	0	2,4	0,0	2,6	0,4	2,5	0	2,5	0,3
10	5,2	0	5,2	0,9	4,8	0,2	5,2	1,6	5,0	0,6	5,0	1,5
15	7,1	0	15,2	8,2	14,8	7,3	15,1	9,6	15,2	8,9	7,5	2,9
20	10,4	0	25,2	16,9	24,8	15,6	25,0	18,4	25,4	18,1	10,0	4,6
25	13,0	0	31,7	22,6	31,5	21,4	31,6	24,7	32,1	23,9	12,5	6,2
30	15,6	0	38,2	28,3	38,2	27,4	38,2	31,0	38,8	29,7	15,0	7,9
35	20,5	0,7	43,2	32,3	43,2	31,2	43,1	35,7	43,8	33,6	20,1	12,2
40	25,4	2,6	48,2	36,1	48,2	35,2	48,0	40,2	48,8	37,5	25,2	16,7
45	36,3	9,8	51,5	38,7	51,6	37,8	51,4	43,3	52,1	40,0	36,2	26,1
50	47,2	17,9	54,8	41,0	55,0	40,4	54,8	46,4	55,4	42,3	47,2	36,6
55	57,1	25,7									57,2	46,3
60	67,0	34,4									67,2	55,9
65	75,3	41,4									75,5	63,7
70	83,6	48,6									83,8	71,6
75	90,3	54,9									90,5	77,7
80	97,0	61,7									97,2	83,6
85	100,3	64,1									100,5	86,6
90	103,6	66,2									103,8	89,2
95	106,9	68,5									107,1	92,0
100	110,2	70,8									110,4	94,7
105	113,5	73,1									113,7	97,5

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 1

Site I

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
130	120	10	120	111	9	121	103	18	120	112	8	124	99	25	140	120	20
120	110	10	80	70	10	79	66	13	79	66	13	78	58	20	140	120	20
100	85	15	61	53	8	60	49	11	62	51	9	60	44	16	100	87	13
80	65	15	40	35	5	41	29	12	40	29	11	40	28	12	79	72	7
60	47	13	30	15	15	30	12	18	30	17	13	29	6	23	60	46	14
40	31	9													40	25	15
30	17	13													30	15	15

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
ET MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 2

Site I

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
139	122	17	122	122	0	124	124	0	124	120	4	120	120	0	129	120	9
120	111	9	80	77	3	79	72	7	78	70	8	79	74	5	122	114	8
100	91	9	60	56	4	62	62	0	60	54	6	59	58	1	104	103	1
80	75	5	40	38,5	1,5	40	36	4	40	35	5	40	36	4	89	89	0
60	57	3	30	24	6	30	22	8	30	22	8	30	22	8	62	62	0
40	37	3													40	38	2
30	23	7													32	27	5

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 3

Site II

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
132	26,5	106,5	120	58	62	120	56	64	120	89	31	120	76	44	130	100	30
120	27	93	80	34	46	80	37	43	80	49	31	77	51	26	122	92	30
101	25	76	60	22,5	37,5	62	27	35	62	47	15	58	39	19	100	61	39
80	16	64	40	11	29	40	11	29	40	18	22	40	19	21	80	47	33
60	0	60	30,5	1,5	29	30	0	30	51	5	26	32	3	29	63	37	26
40	5	35													40	19	24
30	0	30													30	9	21

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
ET MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 4

Site II

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
130	42	88	122	92	30	120	93	27	120	102	18	120	107	13	134	107	27
116	51	65	80	55	25	80	52	28	79	61	18	78	65	13	120	104	16
100	48	52	60	39	21	61	38	23	60	51	9	62	46	16	100	77	23
80	36	44	40	23	17	39	26	13	41	29	12	40	29	11	78	60	18
60	0	60	30	5	25	30	2,5	27,5	31	14	17	30	7	23	62	49	13
40	14	26													40	24	16
30	0	30													30	18	12

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 5

Site II

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
120	79	41	120	104	16	115	94	21	120	81	39	120	79	41	129	125	4
120	80	40	83	83	0	80	61	19	79	56	23	78	75	3	120	120	0
100	64	36	60	53	7	61	54	7	60	52	8	60	56	4	97	96	1
81	72	9	40	35	5	41	35	6	41	36	5	41	38	3	84	77	7
60	42	18	30	22	8	31	20	11	30	24	6	30	17	13	63	57	6
40	33	7													40	38	2
30	14	16													30	25	5

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
ET MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 6

Site II

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
118	21	97	120	47	73	118	48	70	120	66	54	119	49	70	133	82	51
118	19	99	80	23	57	80	20	60	80	33	47	80	16	64	122	79	43
100	20	80	61	5	56	60	9	51	60	16	44	61	6,5	54,5	102	47	55
83	14	69	41	1	40	41	1,5	39,5	41	3	38	40	1	39	80	28	52
60	0	60	29	0	29	30	0	30	30	0	30	30	0	30	60	19	41
40	2	38													40	4	36
30	0	30													30	2	28

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 7

Site III

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
119	12	107	122	75	47	123	31	92	122	66	56	121	61	60	132	100	32
120	12	108	81	24	57	80	5	75	81	32	49	80	37	43	120	84	36
100	10	90	60	11	49	60	0,5	59,5	60	15	45	58	13	45	99	66	33
81	11	70	41	0	41	40	0	40	41	2	39	41	6	35	81	49	32
60	0	60	30	0	30	30,5	0	30,5	28	0	28	30	0	30	60	26	34
41	0	41													40	12	28
30	0	30													31	2	29

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
ET MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 8

Site III

Pluie 1 D			Pluie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn												
120	94	26	118	118	0	118	110	8	120	115	5	122	110	12	134	129	5
120	94	26	79	70	9	80	70	10	81	77	4	79	68	11	122	113	9
100	75	25	60	51	9	62	51	9	59	53	6	60	52	8	100	98	2
82	61	21	41	29	12	40	31	9	41	33	8	39	26	13	80	79	1
62	28	34	30	14	16	31	6	25	29	18	11	30	6	24	61	56	5
41	22	19													41	34	7
30	1	29													30	23	7

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 9

Site III

Pluie 1 D			PLuie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			PLuie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn	I	Rx	Fn
127	118	9	122	114	8	120	110	10	120	114	6	117	112	5	132	130	2
121	114	7	80	80	0	81	67	14	80	79	1	83	83	0	120	120	0
106	93	13	61	60	1	60	(40)	20	60	57	3	63	63	0	100	98	2
84	84	0	40	38	2	40	(28)	12	40	40	0	40	40	0	80	77	3
61	55	6	30	27	3	30	21	9	30	27	3	30	25	5	60	57	3
40	39	1													42	42	0
30	26	4													31	27	4

**INFILTROMETRE A ASPERSION : INTENSITES MAXIMALES DE RUISSELLEMENT ET
ET MINIMALES D'INFILTRATION**

Parcelle 10

Site III

Pluie 1 D			PLuie 2 A			Pluie 3 A			Pluie 4 A			Pluie 5 A			Pluie 6 D		
I mm/h	Rx mm/h	Fn mm/h	I	Rx	Fn												
131	101	30	120	110	10	120	101	19	119	106	13	122	112	10	132	129	9
119	102	17	78	69	9	80	70	10	79	72	7	80	68	12	120	117	3
100	90	10	60	47	13	60	48	12	59	55	4	60	48	12	100	92	8
80	80	0	40	29	11	41	30	11	41	36	5	40	28	12	80	70	10
59	28	31	31	14	17	29	6	23	31	15	16	30	10	20	61	54	7
40	28	12													40	33	7
31	0	31													30	20	10