

Czechoslovak National Committee
of the International Commission on Irrigation and Drainage
INTERNATIONAL WATER EROSION SYMPOSIUM

ETUDE ANALYTIQUE du RUISSELLEMENT et de l'ÉROSION en REGION
TROPICALE sur BASSINS de QUELQUES HECTARES à KOUNTKOUZOUT
(République du NIGER)

Pierre DUBREUIL ^{x)} et Gabriel VUILLAUME ^{xx)}, France

Sur le plan de l'économie agricole dans la zone tropicale à tendance semi-aride, l'un des problèmes les plus préoccupants - voire même le problème capital - est celui de l'érosion. Sans minimiser l'importance néfaste de l'irrégularité pluviométrique (7 à 8 mois de saison sèche) qui ne permet qu'une récolte annuelle des cultures vivrières, il est indéniable que l'une des tâches urgentes consiste à limiter le caractère destructif de l'érosion si l'on veut éviter la régression économique de ces régions, à défaut d'en assurer l'expansion.

A la demande du gouvernement de la République du Niger, le Service Hydrologique de l'ORSTOM a réalisé 4 campagnes de mesures de 1964 à 1967 sur un bassin représentatif de 16 km² à l'intérieur duquel étaient implantées 5 petites bassins dotés de fosses à sédiments, appelées fosses F 1 à F 6.

-
- x) Directeur de Recherches, Chef du Département de la Recherche Appliquée au Service Hydrologique de l'ORSTOM.
xx) Chargé de Recherches ORSTOM.

O. R. S. T. O. M.

- 1 JUIN 1970

Collection de Référence

n° B/4068

1. Le MILIEU PHYSIQUE et les EQUIPEMENTS de MESURE

Le bassin versant de KOUNIKOUZOUF situé à 14°50' de latitude nord (Cf. carte de situation) est l'objet d'un écoulement temporaire à crues subites et violentes.

La morphologie régionale est caractérisée par:

- un plateau structural, non plissé, à carapace sur grès ferrugineux;
- des pentes composées d'éboulis de grès au-dessus de marnes, calcaires et argiles du Crétacé;
- des vallées sur alluvions anciennes à sols tropicaux brun-rouge.

La mise en culture intensive sans régénération des terres de vallée, après déboisement, a fait disparaître la végétation naturelle au profit des champs de mil et de sorgho.

La savane arbustive à épineux dominants subsiste intégralement sur le plateau et très clairsemée sur les pentes où son action anti-érosion est quasi nulle.

Le climat tropical à tendance semi-aride est classé "sahéliensud". Il correspond à des températures moyennes annuelles de 21°4 et 35°7 pour les minimums et maximums (moyenne 28°5).

Au cours d'une saison des pluies de Juin à Octobre, les pourcentages de répartition mensuelle des pluies de 8 à 12 % en Juin, de 25 à 30 % en Juillet, de 35 à 40 % en Août et de 12 à 15 % en Septembre.

La hauteur moyenne annuelle de précipitation est de 400 mm, tandis qu'une année sur dix en moyenne, on peut observer soit 275 mm soit 530 mm.

La hauteur de précipitations en 24 heures atteint 42,5 mm pour une période de retour annuelle et 75 mm pour une période décennale. Les averses, fréquemment courtes et intenses, admettent, pour les mêmes récurrences, des intensités variant depuis 35 à 55 mm en 1 heure jusqu'à 95 à 130 mm/h en 10 minutes.

Les 5 fosses à sédiments (Cf. carte topographique et d'équipement) ont été établies pour satisfaire à trois impératifs:

- mesure directe des débits liquides par conversion des hauteurs d'eau enregistrées par limnigraphe,
- facilité de prélèvement d'échantillons liquides contenant les matériaux en suspension,
- rétention totale des matériaux charriés pour cubage après chaque crue.

Pour cela, nous avons adopté le système de la "fosse à sédimentation" avec déversoir triangulaire à 120°. De dimensions intérieures 5 m x 1,5 m x 1,5 m, ces fosses sont construites en moellons et béton armé; elles sont précédées à l'amont d'un radier bétonné respectant le fond du lit initial (avec raccord en grillage à l'entrée afin d'éviter l'érosion régressive) et de murettes latérales en V plus ou moins ouvert afin de canaliser l'écoulement; le lit aval est gabionné dans le but d'éviter un

creusement du lit par suite de la chute du déversoir. Ce dernier est en tôle d'acier doux de 5 mm, échancré à 120° et biseauté à 45° vers l'aval.

Les implantations retenues tiennent compte de projets de travaux de défense et de restauration des sols prévus pour les prochaines années.

Les caractères topographiques des 5 bassins de fosses sont donnés dans le tableau suivant, avec la couverture minérale ou végétale exprimée en % de la superficie.

Caractères physiques	F 1	F 2	F 3 1965	F 3 1966-7	F 5	F 6
Superficie A en ha	3,52	4,70	3,55	2,62	10,6	9,1
Périmètre P en km	0,79	0,84	0,73	0,64	1,28	1,34
Indice de compacité Kc	1,18	1,10	1,10	1,11	1,11	1,24
Long. du rectangle équivalent L en km	0,22	0,22	0,19	0,16	0,33	0,40
Larg. du rectangle équivalent l en km	0,16	0,21	0,19	0,16	0,32	0,23
Indice de pente Ip	0,193	0,334	0,175	0,174	0,230	0,104
Dénivelée utile D en m	(8)	28	5	5,2	42	4,2
Indice de pente global Ig en m/km	36	127	26	32	127	10,5
Altitude moyenne en m	436	445	434	434,5	487	434,7
Cultures de mil et sorgho en % de A	70	25			5	100
Rochers, éboulis à nu en % de A	15	45			80	
Savane arbustive claire, très dégradée en % de A	15	30				
Savane arbustive dense en % de A					15	
Reg couvert de végétation herbacée, peu dense, avec de rares arbustes (steppe) en % de A						

La nature des sols des bassins de fosses à sédiments est brièvement décrite ci-après:

Fosse n°1, composée presque exclusivement (85 %) de sols bruns calcomagnésimorphes (rendzines initiales) sur matériau issu des calcaires éocènes.

Fosse n°2, composée en majeure partie de lithosols, sur calcaires éocènes à l'amont (50 %) et sur carapace ferrugineuse formée sur grès fins du Crétacé en rive gauche aval (15 %); sur le reste du bassin (35 %), sols bruns steppiques à caractères vertisoliques (tirsifiés), sur matériau ancien de comblement des vallées.

Fosse n°3, partagée entre des lithosols sur carapace ferrugineuse à l'amont (55 %) et des sols bruns calcaires hydromorphes sur matériau ancien d'origine Eocène à l'aval (35 à 40 %).

Fosse n°5, recouvrant des bandes successives d'amont en aval de lithosols sur grès ferrugineux (15 %), d'associations sur famille complexe et formations calcaires de l'Eocène (80 %) et de sol brun-rouge sur grès ferrugineux (5 %).

Fosse n°6, caractérisée par une prédominance de sols peu évolués bien drainés, évoluant vers les sols bruns (60 % en aval) sur alluvions de cours d'eau temporaire, et par la présence à l'amont de sols brun-rouge sur grès (25 %).

La stabilité structurale est bonne pour les sols brun-rouge issus des grès ferrugineux et les sols bruns tirsifiés sur matériaux anciens de comblement de vallée; elle est passable pour les sols peu évolués sur matériau issu des grès et moyenne pour les autres types de sols.

Les perméabilités mesurées in situ sont assez fortes, de 5 à 60 cm/h, sur les 50 centimètres superficiels des sols, mais les capacités de rétention sont plutôt faibles (8 à 20 %).

2. ANALYSE du RUISSELLEMENT

2.1. - Nature du phénomène

La précipitation capable de provoquer un ruissellement après 24 heures de temps sec est de 7,5 mm pour F 1 à F 3, de 10,5 mm pour F 5 et de 14,5 mm pour F 6.

Les crues maximales observées en 4 ans ont été de 5,6 m³/s.km² à F 6 et de 20,6 à 27,6 m³/s.km² aux 4 autres fosses.

Les coefficients de ruissellement de plus de la moitié des crues sont supérieurs à 40 % aux fosses F 1 et F 3, à 30 % à F 2, à 20 % à F 5 tandis que ceux de F 6 restent inférieurs à 10 %.

Les différences de réaction aux précipitations sont notables et proviennent des natures des bassins qui se classent par ordre décroissant d'abondance:

- F 1 très cultivé, argileux, assez accidenté;
- F 3 sans cultures, très argileux, assez accidenté;
- F 2 peu cultivé, très accidenté;
- F 5 très peu cultivé, très accidenté;
- F 6 entièrement cultivé, sableux et peu accidenté.

2.2. - Recherche des causes

Il s'agit de déterminer les "facteurs de ruissellement", facteurs d'ordre uniquement pluviométrique, concernant soit l'averse cause de la crue, soit les averses antérieures (état de saturation des terrains). Nous procédons par régressions multiples graphiques à partir de la lame ruisselée h_r , le premier facteur étant toujours une fonction de la pluie utile P_u obtenue en retranchant après le maximum d'intensité, c'est-à-dire sur la traîne de pluie, les chutes à intensité inférieure à un certain seuil.

Nous avons homogénéisé le processus d'approche de cette relation en utilisant les mêmes facteurs secondaires, en leur attribuant toujours le même ordre d'intervention pour tous les bassins, afin de pouvoir comparer les différents résultats et nous avons réduit au maximum le nombre de ces facteurs de façon à faciliter un réajustement ultérieur.

Dans la mesure du possible, les courbes de régression ont été assimilées à des segments de droite afin de permettre ultérieurement l'établissement d'équations simples, bien que cette façon de procéder n'autorise qu'une moins grande réduction de la dispersion. De plus, lors du tracé de plusieurs courbes pour un même facteur, nous avons cherché à obtenir le parallélisme de ces courbes.

En définitive, nous n'avons retenu que deux facteurs secondaires qui sont, dans l'ordre d'intervention:

$P_{i_{20}}$: précipitation initiale des 20 premières minutes de l'averse, en mm;

T_a : temps séparant l'averse considérée de l'averse antérieure, en heures.

Leur rôle est de corriger les écarts Δ à la courbe $h_r = f(P_u)$.

Le fait que la courbe Δ , P_{i20} présente (généralement en première partie ou dans sa totalité) une pente négative, donc que le déficit de ruissellement augmente avec l'intensité moyenne des 20 premières minutes, de façon continue ou jusqu'à un certain seuil, pourrait s'expliquer en considérant la vitesse d'infiltration. En effet, on sait qu'une période donnée de sécheresse provoque un déficit en eau de l'horizon superficiel; on sait de plus que la vitesse d'infiltration croît proportionnellement à l'intensité de la pluie jusqu'à un certain seuil, et qu'au delà, elle tend vers une valeur limite. Compte tenu du fait que les averses sont généralement très courtes (le corps variant de 10 minutes à 1 heure), il est probable que pour de faibles intensités (donc de faibles vitesses d'infiltration), le déficit en eau du sol n'est jamais reconstitué. Le sol est bien saturé mais uniquement dans la frange superficielle en contact avec l'air, ce qui autorise le ruissellement; cette frange croît lentement (la vitesse d'infiltration étant faible) et l'averse se termine avant la reconstitution totale du profil hydrique saturé. Par contre, avec de fortes intensités provoquant une augmentation de la vitesse d'infiltration, il est possible de reconstituer ce déficit; lorsque cela est fait, la courbe Δ , P_{i20} devient asymptote à une horizontale qui pourrait le mesurer (toutes autres considérations de saturation telles que T_a mises à part). De plus, il ne faut pas oublier que la teneur en eau du front d'humec-

tation et l'épaisseur de la zone à fort gradient d'humidité qui le surmontent croissent avec l'intensité, ce qui augmente le volume d'eau retenu par le sol, donc l'écart à la courbe enveloppe.

On peut se poser la question de savoir pourquoi Pi_{20} donne des résultats meilleurs que Pi_{15} ou Pi_{30} ou encore la pluie correspondant aux 20 minutes d'intensité maximale. Ce double point (pluie initiale, pendant 20 minutes) repose sur trois arguments:

- il est tenu compte du début de l'averse qui, quelle que soit l'intensité, parfois inférieure pendant cinq ou dix minutes au seuil de la pluie utile, est totalement retenu par le sol sans considération de vitesse d'infiltration;
- la période de 20 minutes inclut généralement la tranche d'intensité maximale, ce qui serait moins souvent le cas pour une période de 15 minutes;
- une période de 30 minutes aurait faussé les résultats, un grand nombre d'averse ayant une durée inférieure.

En résumé, on peut dire que le déficit en eau de l'horizon superficiel se reconstitue d'autant plus vite et d'autant plus sûrement qu'il pleut beaucoup pendant les 20 premières minutes.

Bien sûr, tout ce qui précède suppose un égal déficit en eau; le facteur Ta tient compte des différences d'assèchement, lequel tendrait à devenir constant pour une certaine valeur de Ta variable suivant les bassins de 24 à 120 h.

Naturellement, avant d'adopter ces deux facteurs secondaires, nous en avons essayé un certain nombre d'autres, seuls ou combinés, tels que:

- le degré d'humidité caractérisé par la somme des pluies tombées depuis 3, 5, 7, 10, 15 jours et depuis le début de la saison (ΣPa);
- la position calendaire des averses;
- le temps séparant les averses d'averses antérieures au moins égales à 1/10, 2, 4 et 10 mm;
- les intensités maximales en 5, 10, 15 et 20 minutes, et l'intensité moyenne de chaque averse, traîne déduite ou intégrée;
- les précipitations pendant les 15 et 30 premières minutes;
- le temps séparant, sur le hétérogramme, le début de l'averse du maximum d'intensité, facteur qui s'est avéré d'un emploi particulièrement intéressant lors de l'étude analytique de l'érosion;
- la durée utile de l'averse.

Nous avons renoncé à utiliser un facteur tel que le temps de réponse (temps séparant le centre de gravité du hétérogramme du maximum de l'hydrogramme) qui s'est révélé, malgré certains résultats prometteurs, d'un emploi décevant en raison de la difficulté d'obtenir une excellente synchronisation entre les enregistreurs.

Précisons, de plus, que parmi la grande diversité des essais effectués (diversité de seuils d'intensité de pluie

utile, de facteurs secondaires, d'ordre d'intervention de ces facteurs secondaires), nous ne présentons que ceux donnant les meilleurs résultats (dans la limite du respect d'homogénéité du processus), c'est-à-dire permettant la plus grande réduction des écarts originaux.

La réalisation matérielle des régressions entre hr et les 2 ou 3 facteurs retenus est une suite d'opérations ayant pour but d'aligner tous les points sur la courbe enveloppe de la fonction initiale: $hr = f(P_u)$. Son opportunité est sanctionnée par le rapport:

$$100 \frac{\sum |\Delta_i| - \sum |\Delta_f|}{\sum |\Delta_i|}$$

c'est-à-dire par le pourcentage de réduction de la somme $\sum \Delta_i$ des écarts initiaux absolus, $\sum |\Delta_f|$ représentant la somme des écarts finaux absolus, sommes calculées par rapport à la courbe enveloppe.

2.3. - Résultats obtenus

Le premier facteur est toujours P-t₁₈, sauf pour la fosse n° 1 où il est P-t₆; rappelons que la dénomination de P-t_i indique que le seuil d'intensité utile (6 ou 18 mm/h) ne s'applique qu'après le maximum du hétérogramme.

Les facteurs secondaires sont toujours, dans l'ordre, Pi₂₀ et Ta. Remarquons que le facteur Ta ne réduisant pas les écarts de la fosse n° 6 a été éliminé.

Pour les fosses n° 5 et 6, plusieurs tracés se sont imposés lors de l'utilisation de Pi₂₀. Trois tracés pour

la fosse n° 6, avec une partie commune pour 1965 et 1966; nous retrouverons d'ailleurs ce même phénomène lors de l'étude analytique de l'érosion à cette même fosse; il doit s'agir d'un changement d'orientation du billonnage, le bassin étant entièrement cultivé. Remarquons aussi que, pour cette fosse seulement, l'influence de Pi_{20} ne se fait sentir qu'à partir d'une certaine valeur, alors qu'elle est immédiate pour les autres fosses.

Les réductions de somme des écarts absolus et les dispersions de part et d'autre de la courbe enveloppe, pour 50 % des points sont données dans le tableau ci-dessous:

N° de fosse	1	2	3	5	6
Réduction en %	46	53	63	63	70
Dispersion en \pm % pour 50 % des points	19	15	9	13	4

Les résultats sont satisfaisants. Les figures jointes montrent les régressions des fosses F 2 et F 6 à titre d'exemples (n° 1 et 2).

Pour F 2, on disposait de 47 événements averse-crue de lame ruisselée variant de 0,1 à 26 mm. La somme des écarts absolus a été réduite de 219 à 102 mm, les plus élevés atteignant \pm 5 mm, mais sur plus de 50 % des événements la dispersion résiduelle est inférieure à \pm 15 % de la valeur observée de la lame ruisselée.

Pour F 6, à faible ruissellement, 20 événements de 0,1 à 15 mm. Somme des écarts réduite de 40 à 8 mm et dispersion résiduelle de \pm 4 %.

3. ANALYSE de l'EROSION

3.1. - Nature du phénomène

La concentration du débit en suspension (g/l) est très variable (de 1 à 10) avec l'intensité de pluie, la hauteur de pluie et le volume ruisselé, pour une même fosse. Elle varie de 1 à 3 g/l pour F 3 et F 6 jusqu'à plus de 10 g/l surtout à F 2 et F 5. Les maximums enregistrés sont le fait soit d'averse courte et intense sur sol nu en début de saison des pluies, soit de très violente pluie (plus de 160 mm/h en 5 minutes) : 19,2 g/l à F 2 et 15,2 g/l à F 5.

Au cours d'une crue la concentration varie énormément plus que le débit liquide et selon un processus voisin.

Certaines crues fournissent un poids de matériaux en suspension important par rapport au total annuel. Ainsi une averse de hauteur de récurrence annuelle tombant sur sol nu en début de saison a-t-elle contribué pour 15 à 45 % à l'apport total annuel selon la fosse considérée (45 % pour la fosse 6 car les cultures étaient encore au stade du semis).

La part du charriage varie dans de larges proportions, de 20 à 60 % de l'apport total de sédiments, avec une tendance à être plus faible lors des fortes crues.

Le transport annuel de sédiments charriés et en suspension, exprimé en t/ha, représente bien la dégradation spécifique des bassins qui se classent dans un ordre différent de l'aptitude au ruissellement:

- 0,65 à 2,15 t/ha pour F 6 : cultivé de mil, sol sableux, pente de 1 %.
- 5,75 à 7,10 t/ha pour F 3 : sol très argileux à rare végétation herbacée et de 3 % de pente.
- 7,5 à 12,3 t/ha pour F 5 : presque pas cultivé, épineux, pente de 12 %.
- 12,1 à 13,2 t/ha pour F 1 : très cultivé (75 %), pente de 3 %.
- 14,5 à 19,5 t/ha pour F 2 : cultivé à 15 % sur pente de 12 %.

Ces trois dernières fosses sont sur sol limono-argilo-sableux. Les écarts entre F 6 et F 3 sont surtout le fait de la pente passant de 1 à 3 %, entre F 3 et F 1 de la mise en culture (0 à 75 %) comme entre F 5 et F 2 (5 à 25%).

3.2. - Recherche des causes

Il s'agit de déterminer une relation entre les transports solides, et leurs facteurs: ruissellement, précipitation, état de saturation des terrains avant la pluie.

Nous procédons encore par régressions multiples à partir du poids total transporté P_T (transport en suspension et par charriage), le premier facteur étant, bien entendu, la lame ruisselée h_r . Alors que pour l'étude du ruissellement nous avons adopté la méthode de la courbe enveloppe, nous nous rattachons ici à la courbe moyenne du nuage de points, car maintenant, nous cherchons à déterminer des valeurs moyennes de l'érosion que nous rattachons en définitive à des débits de crues maximales.

Avant d'adopter en référence le poids total transporté P_T , nous avons naturellement effectué des essais avec:

- le poids total des sédiments en suspension P_s
- " " " " de charriage P_{ch}
- l'érosion totale moyenne par unité de débit liquide E_1

ce qui donnait des résultats moins satisfaisants; il semblerait d'ailleurs que l'érosion forme un tout, c'est-à-dire que pour une hauteur de précipitation et une saturation données, le total suspension + charriage reste approximativement constant alors que les deux termes érosion et charriage peuvent varier considérablement suivant les caractéristiques de l'averse.

Nous avons adopté comme premier facteur h_p plutôt que le débit maximal Q_{max} ou le débit moyen Q_{moy} , l'un et l'autre moins satisfaisants et ne permettant pas une analyse homogène avec celle du ruissellement.

Nous avons naturellement normalisé le processus d'obtention de la relation d'érosion en utilisant toujours dans le même ordre les mêmes facteurs secondaires; et en assimilant les courbes de régression à des segments de droite pour les mêmes raisons que précédemment:

- comparaison des résultats,
- établissement d'équations simples.

Nous avons multiplié les tentatives en appliquant (de façon simple ou combinée) tous les facteurs secondaires essayés lors de l'étude analytique du ruissellement pour n'en finalement retenir que trois qui sont, dans leur ordre d'intervention:

$P_{i_{20}}$: précipitation initiale des 20 premières minutes de l'averse, en mm.

t_M : temps séparant sur le hétérogramme, le début de l'averse du maximum d'intensité, en minutes.

ΣPa : somme des précipitations antérieures à l'averse considérée, depuis le début de la saison, en mm.

On remarquera que nous avons conservé le facteur Pi_{20} déjà utilisé lors de l'analyse du ruissellement. Mais alors que dans l'étude de ruissellement, la courbe de régression présentait (généralement en première partie ou en totalité) une pente négative, elle présente ici une pente positive à partir d'un certain seuil, constant quel que soit le bassin (à une exception près). Cette pente positive traduit donc une augmentation de l'érosion (après le seuil) proportionnelle à la pluie initiale des vingt premières minutes donc à l'intensité moyenne de la précipitation pendant les vingt premières minutes; cela pourrait s'expliquer par le fait qu'à partir d'une certaine valeur, l'énergie cinétique des gouttes, au lieu de compacter le terrain tendrait au contraire à le désagréger, à détruire la cohésion des particules de sol.

Mais il ne faut pas accorder une trop grande importance à cette tentative d'explication. En effet, on remarque que l'influence de Pi_{20} est opposée, suivant son application au ruissellement ou à l'érosion; en conséquence, si nous avons supprimé l'étape intermédiaire de recherche de relation pour la lame ruisselée h_r , c'est-à-dire si nous avons tenté de relier directement le poids total transporté P_T à la précipitation (Fu_i ou $P-t_i$), ce facteur Pi_{20} ne serait pas intervenu de la même façon et, à la limite, son influence aurait pu être nulle.

Le facteur t_M , quant à lui, présente une pente négative à partir d'une certaine valeur (comptée à partir du début de l'averse) généralement comprise entre 5 et 12 minutes, ce qui veut dire que le déficit en érosion augmente avec le temps séparant le début de l'averse de la tranche d'intensité maximale. Le facteur Pi_{20} ne tient compte que d'une intensité moyenne alors que t_M fait intervenir la distribution des tranches d'intensité. Il est évident que la tranche maximale d'intensité agissant sur un sol sec et même pulvérulent (donc $t_M = 0$) possède une puissance érosive supérieure à la même tranche agissant sur un sol humecté ($t_M = 5, 10$) ou sur un sol détrempé ($t_M = 15$, etc ...).

Le dernier facteur (ΣPa) indique que le déficit d'érosion s'accroît à mesure qu'augmente le total pluviométrique de la saison. Son importance, toujours assez faible, est surtout notable en début de saison. Son influence peut s'expliquer par le compactage dû aux averses, mais aussi par la croissance de la végétation, variable avec les bassins.

Rappelons que nous souhaitons établir pour chaque fonction secondaire une courbe unique; nous y sommes toujours parvenus, à une exception près. Rappelons aussi que l'ordre d'intervention des facteurs aurait pu être différent sans modifier le résultat final, ce qui veut dire qu'aucun facteur n'a d'importance prépondérante.

Parmi le grand nombre d'essais effectués, nous ne présentons que ceux répondant le mieux à notre ambition, c'est-à-dire ceux pour lesquels la réduction de la somme des écarts initiaux absolus est la plus grande.

3.3. - Résultats obtenus

Alors que pour une précipitation utile donnée, la lame ruisselée varie environ de 1 (fosses n°5 et 6) à 2 (fosses 1, 2 et 3), pour une lame ruisselée donnée le poids total transporté varie dans des proportions considérables; de 1 (fosse n° 3) à 12 (fosse n° 5) en passant par 2 (fosses n° 1 et 6) et par 5 (fosse n° 2). Donc, pour une précipitation donnée, le poids total transporté peut varier du simple (fosses n° 3 et 6) au double (fosse n° 1), au quintuple (fosse n° 2) et au sextuple (fosse n° 5). Ces proportions sont données sur la base des courbes enveloppes et des courbes moyennes, toutes autres considérations (corrections successives) mises à part.

De même que lors de l'étude du ruissellement, nous n'avons pu adopter de tracé unique pour les fosses n°5 et 6. Pour la fosse n° 6, trois courbes de régression différentes pour Pi_{20} , ce qui présente une certaine analogie avec le ruissellement de cette même fosse. L'effet du billonnage et la qualité de couverture du mil ont joué chaque année un rôle différent.

Le pourcentage de réduction des écarts absolus initiaux et les dispersions de part et d'autre de la courbe moyenne sont donnés dans le tableau ci-après. Les résultats sont nettement moins favorables que lors de l'étude du ruissellement, notamment pour ce qui concerne la dispersion:

N° de la fosse	1	2	3	5	6
Réduction en %	43	50	48	69	47
Dispersion en \pm % pour 50 % des points	30	19	22	7	22

Cependant, il y a lieu d'être assez satisfait des explications fournies sur un sujet aussi complexe à l'issue de bassins de plusieurs hectares. Les figures jointes présentent les régressions relatives aux fosses F 2 et F 6 (n° 3 et 4).

Pour F 2, les érosions de 52 événements varient de 0,1 à 20 tonnes. La somme des écarts absolus est réduite de 58 à 29 tonnes et la dispersion moyenne résiduelle est inférieure à 20 % (écarts maximaux de ± 1 t).

CONCLUSION

Il est hors de propos dans cette courte communication de vouloir situer à l'échelle du milieu intertropical les valeurs de ruissellement et d'érosion obtenues à KOUN'KOUZOUT.

Il est par contre beaucoup plus intéressant de mettre en lumière les caractères originaux des études réalisées :

1. Elles se situent à mi-chemin entre les études sur parcelles d'érosion de quelques dizaines de m² réalisées en grand nombre par les pédologues de l'ORSTOM, entre autres, en COTE d'IVOIRE et au SENEGAL (mais sans attacher d'importance quantitative au ruissellement), et les observations en réseau du transport solide en suspension sur les grands cours d'eau (Service Hydrologique ORSTOM au CAMEROUN, DAHOMEY, TCHAD, TOGO, ... etc).
2. Elles ont mis l'accent non seulement sur la liaison entre ruissellement et érosion, mais surtout elles ont dégagé les causes communes de ces deux phénomènes,

causes inhérentes aux précipitations et que caractérisent des paramètres tels que :

- la hauteur tombée au cours des 20 premières minutes,
- l'espace de temps entre le début d'averse et le maximum d'intensité,
- l'espace de temps entre 2 pluies,
- la hauteur totale tombée depuis le début de la saison.

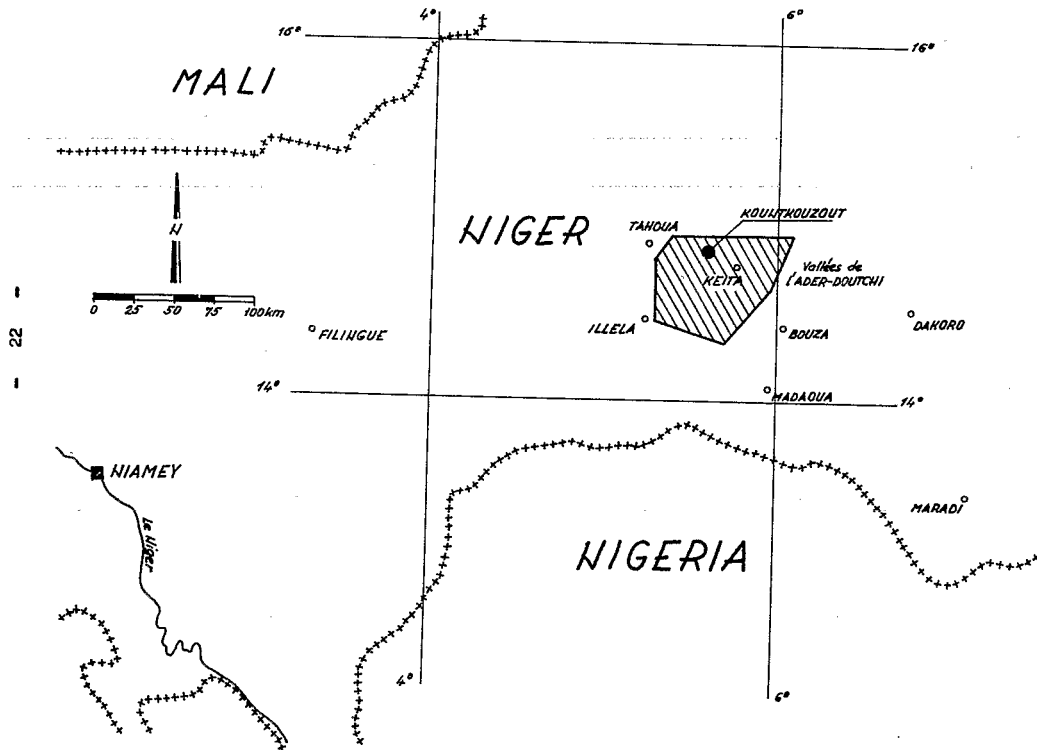
Les deux premiers paramètres sont très significatifs et doivent représenter une bonne analyse de l'effet de l'intensité de la pluie qui, sur les parcelles d'érosion, agit généralement par sa valeur maximale.

Nos objectifs sont d'associer les études sur parcelles à celles du type KOUNTKOUZOUT, c'est-à-dire sur petit bassin près de la naissance du premier thalweg élémentaire de concentration permanente du ruissellement afin de saisir les effets nuancés de la pluie sur le ruissellement et l'érosion en passant d'une échelle à l'autre. L'emploi du simulateur de pluie sur parcelles est prévu pour accroître l'expérimentation. De telles études sont en cours en COTE d'IVOIRE et en République Centrafricaine en zone tropicale humide (1.400 mm de pluie, savane arborée). Après travaux de défense des sols, des mesures seront reprises sur les bassins de KOUNTKOUZOUT pour juger quantitativement des effets.

BIBLIOGRAPHIE

- P. DUBREUIL - 1967 - "Point de vue théorique sur le rôle du sol dans le cycle hydrologique", - Cahiers ORSTOM - Série Hydrologie - Vol. IV, n° 1.
- A. FEODOROFF - 1965 - "Etude expérimentale de l'infiltration de l'eau non saturante" - Annales Agronomiques I.N.R.A. - Vol. 16 n° 2, 3.
- F. FOURNIER - 1967 - "La recherche en érosion et conservation des sols dans le continent africain" Sols Africains - B.I.S. - Vol. XII, n° 1.
- G. VUILLIAUME - 1968 - "Premiers résultats d'une étude analytique du ruissellement et de l'érosion en zone sahélienne - Bassin représentatif de KOUNTKOUZOUT - NIGER" - Cahiers ORSTOM - Série Hydrologie - Vol. V, n° 2.

SITUATION GÉNÉRALE OBEČNÁ SITUACE

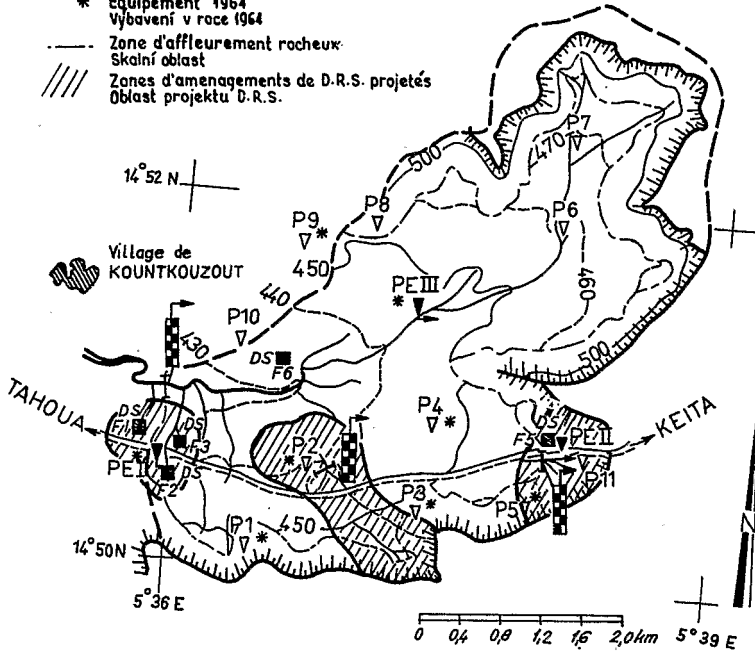


CARTE TOPOGRAPHIQUE ET D'EQUIPEMENT
MAPA TOPOGRAFIE A VYBAVENÍ

Bassin de Kountkouzout

Povodí de Kountkouzout

- ▽ Pluviomètre
Ombrometr
- ▽ Pluviographe
Ombrograf
- ✕ Station hydrométrique à écoulement naturel
Hydrometrická stanice
- ☒ Fosse à sédiments
Záchytné příkopý
- DS Station de débit en suspension
Stanice na měření suspenze
- F1 Repère de fosse
Označení příkopů
- * Equipement 1964
Výbavení v roce 1964
- Zone d'affleurement rocheux
Skalní oblast
- //// Zones d'aménagements de D.R.S. projetés
Oblast projektu D.R.S.



ETUDE ANALYTIQUE DU RUISSELEMENT ANALYTICKÁ STUDIE ODTOKU

Relations - précipitation - saturation - ruissellement
Vztah: srážka - nasycení - odtok

Basin de la FOSSE n°2
Povodí příkopu č. 2

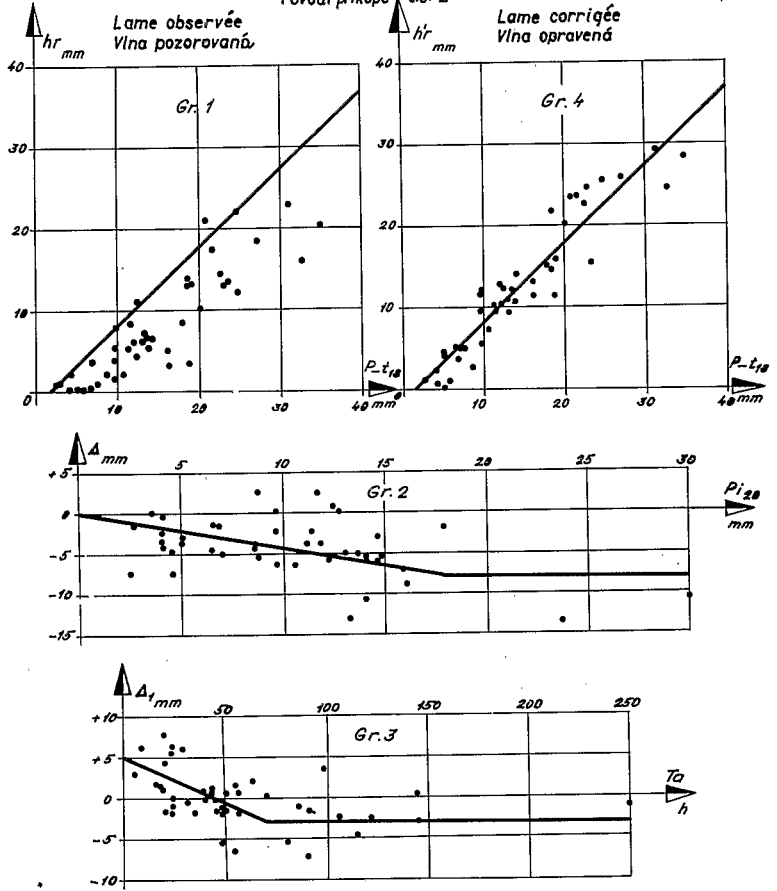


Fig. 1
Obr. 1

ETUDE ANALYTIQUE DU RUISSELLEMENT
ANALYTICKÁ STUDIE ODTOKU

Relations précipitation-saturation-ruisselement
Vztah: srážka-nasyení-odtok

Bassin de la FOSSE n°6 - Pávodí příkapu č. 6

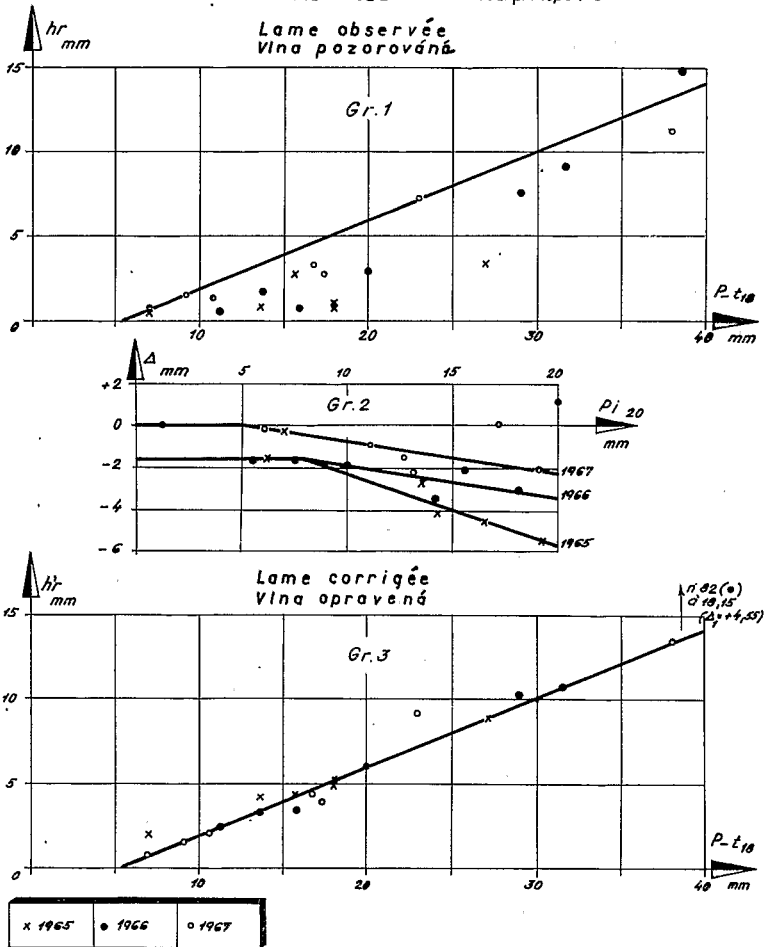


Fig. 2
Obr. 2

ETUDE ANALYTIQUE DE L'EROSION
ANALYTICKÁ STUDIE EROZE

Relations précipitation-saturation-ruisselement- transports solides
Vztah: srážka - nasycení - odtok - přesun částic

BASSIN DE LA FOSSE n° 2
POVODÍ PŘÍKOPU č. 2

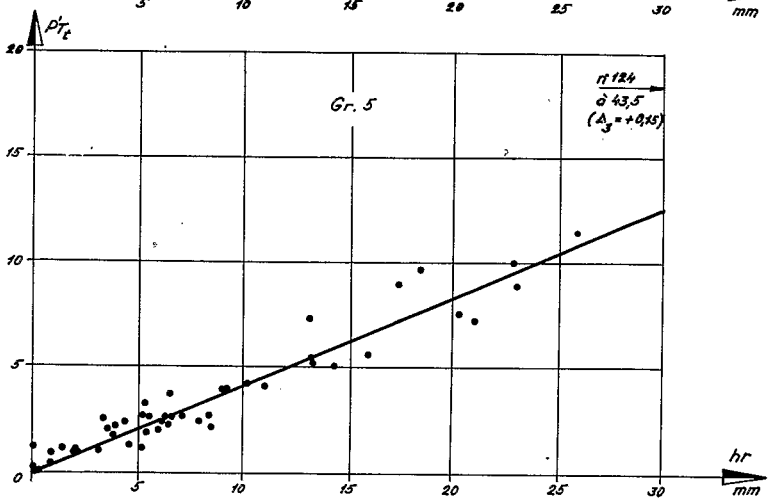
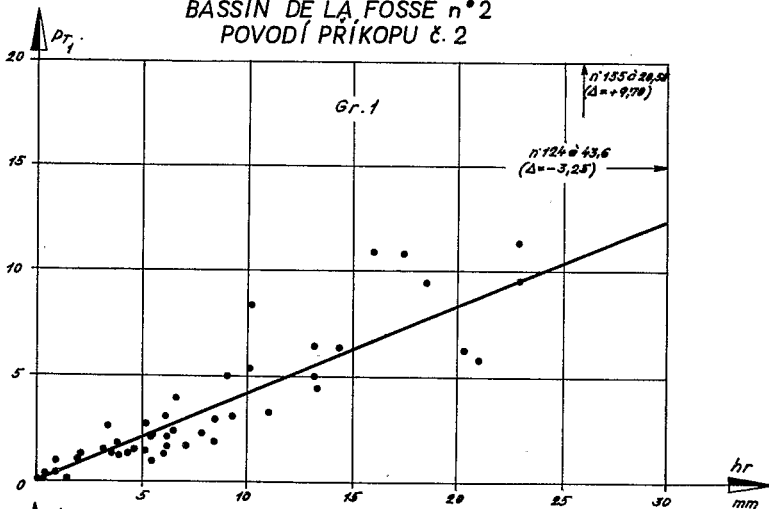


FIG.3
OBR.3.

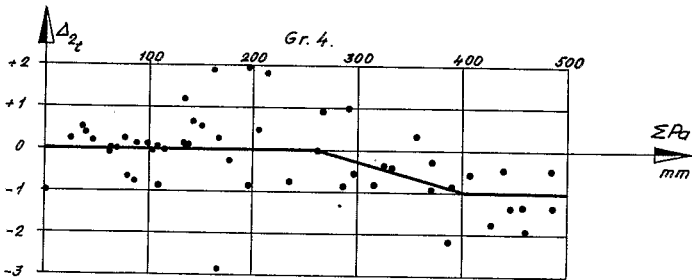
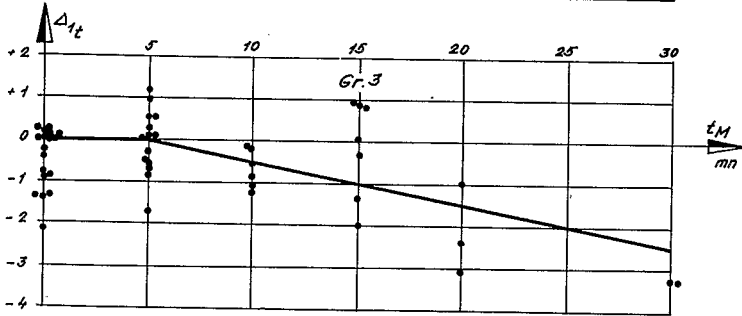
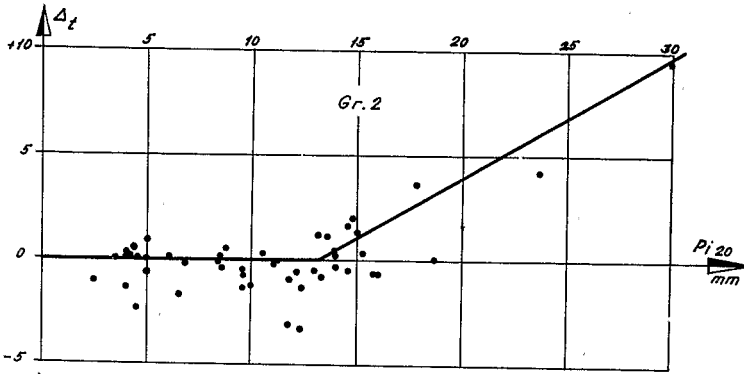


FIG.3 cont.
OBR.3 pokr.

ETUDE ANALYTIQUE DE L'EROSION
ANALYTICKÁ STUDIE EROZE

Relations précipitation-saturation-ruissellement-transports solides

Vztah : srážka, nasycení, odtok, přesun částic

BASSIN DE LA FOSSE n°6
POVODÍ PŘIKOPŮ č. 6

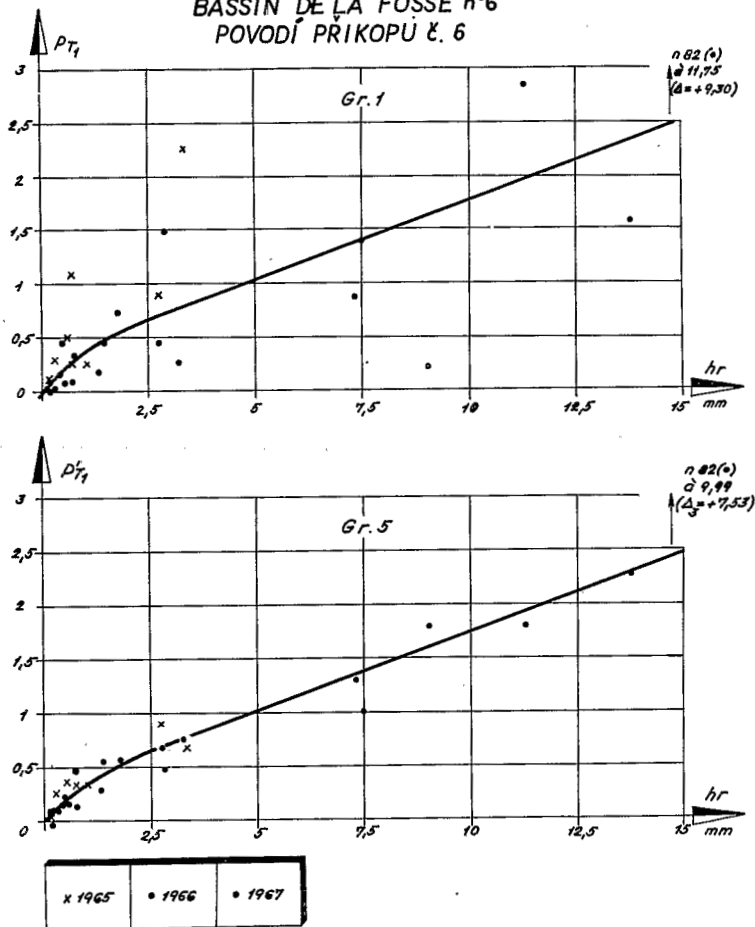


FIG. 4.
OBR. 4.

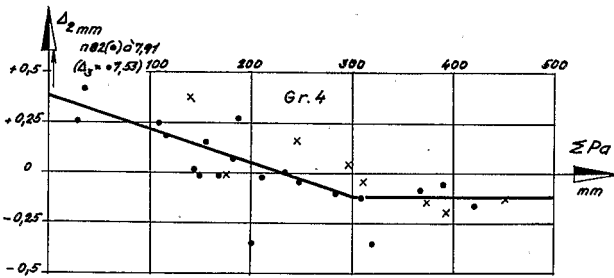
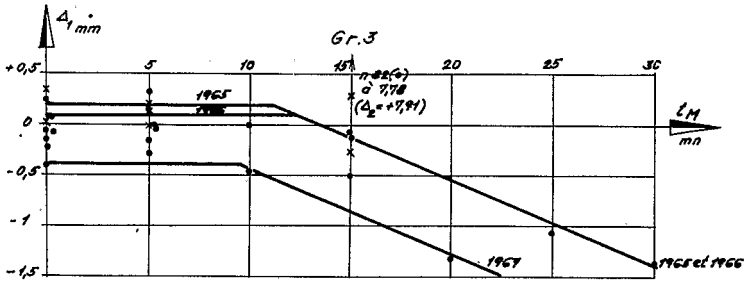
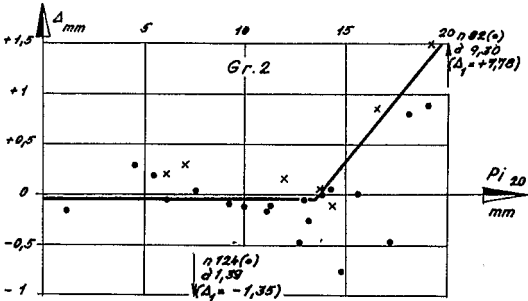


FIG. 4 cont.
OBR. 4 pokr.