

L'AGRESSIVITE DES PLUIES AU SENEGAL INCIDENCES SUR L'EROSION

par C. CHARREAU

- INTRODUCTION

L'érosion par la pluie est un fléau qui cause des dommages importants aux terres cultivées en AFRIQUE et à MADAGASCAR. Toute modification proposée pour les systèmes de culture, tout projet d'aménagement doivent tenir compte des impératifs de la conservation du capital - sol. Le SENEGAL n'échappe pas à cette règle et les manifestations d'érosion hydrique y sont parfois spectaculaires, notamment dans sa partie méridionale, la plus arrosée.

Des recherches se poursuivent activement dans ce pays, de même que dans d'autres pays de l'Ouest Africain, pour étudier le mécanisme du phénomène, déterminer l'importance respective des différents facteurs qui entrent en jeu et mettre sur pied les procédés les plus efficaces de lutte anti-érosive conciliant les nécessités d'une production agricole accrue et les impératifs de la conservation du Capital - sol.

Parmi ces facteurs, il était normal d'étudier plus spécialement celui qui peut être considéré comme la cause première de l'érosion hydrique : la pluie.

La pluie qui tombe sur le sol produit un certain effet mécanique : tassement du sol, délitage des mottes, arrachement et dislocation des particules terreuses, rejaillissement de ces particules. Or, c'est un fait d'observation courante que deux pluies de même hauteur peuvent avoir sur le sol des effets très différents : l'une peut s'infiltrer en totalité, sans modifier sensiblement le profil cultural, tandis que l'autre peut au contraire, provoquer un ruissellement important, des manifestations de battance accentuées, et, à la limite, une érosion

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° :

14 575

Cpte :

B

plus ou moins grave. D'autres paramètres que la hauteur globale interviennent donc pour déterminer l'influence d'une pluie sur le sol et sur le profil cultural. On pense en premier lieu à l'intensité, qui est en effet un paramètre important, mais il en existe d'autres : taille et vitesse de chute des gouttes (les deux caractères étant liés), distribution des gouttes, durée de la pluie. Certains de ces paramètres sont difficiles à apprécier, et par ailleurs, le problème reste de définir leurs importances respectives et de les combiner dans un indice d'"érosivité" ou d'"agressivité" de la pluie.

Or, le travail mécanique réalisé par la pluie est sous la dépendance de l'énergie cinétique de cette pluie. WISCHMEIER & SMITH (10) ont montré par ailleurs qu'il existait de bonnes corrélations entre cette grandeur et l'érosion mesurée en parcelles expérimentales. Par la suite, WISCHMEIER (9) a proposé un autre indice d'agressivité qui offrait avec l'érosion, des corrélations meilleures encore que l'énergie cinétique.

Avant d'examiner ces deux caractéristiques, on fournira quelques précisions sur les intensités de pluie mesurées au SENEGAL, puisque ce paramètre intervient aussi bien, comme on le verra, dans le calcul de l'énergie cinétique, que dans celui de l'indice d'érosivité de WISCHMEIER. On donnera enfin un aperçu sur l'indice climatique de FOURNIER (7) et son application.

- L'INTENSITE DES PLUIES

L'intensité est un paramètre particulièrement important de la pluie. Son rôle est double :

- elle détermine les modalités d'infiltration de l'eau dans les sols; lorsqu'elle dépasse un certain seuil, il y a refus d'absorption et ruissellement.
- elle intervient dans le calcul de l'énergie cinétique et dans celui de tous les indices d'agressivité.

Il est donc important d'avoir une bonne connaissance de ce paramètre. Cette connaissance s'acquiert notamment par l'utilisation du pluviographe à augets basculants, instrument qui fournit l'enregistrement de la courbe des hauteurs cumulées de pluie en fonction du temps.

COCHEME et FRANQUIN (5) reprenant les conclusions d'une étude de DELORME (6) concernant une dizaine de stations de la zone semi-aride d'Afrique de l'Ouest, estiment que l'intensité moyenne des pluies dans cette zone est de l'ordre de 4 mm/h : cette moyenne est deux à quatre fois plus élevée qu'en Europe de l'Ouest ou dans le bassin méditerranéen. Cependant, outre que cette valeur nous semble encore nettement sous-estimée pour le SENEGAL, l'intérêt même de cette notion de moyenne nous paraît assez discutable. Il convient tout d'abord de s'entendre sur sa définition, c'est-à-dire sur la durée exacte de la pluie. La plupart des pluies tropicales sont provoquées, soit par des orages, soit par le passage de lignes de grains; elles comportent habituellement trois phases distinctes : une phase de démarrage, assez rapide; une période plus ou moins longue où la pluie tombe avec de fortes intensités; une phase de décroissance avec "une queue de pluie" qui peut être très longue. Si l'on attend le moment où il ne tombe plus une seule goutte de pluie, on arrive à obtenir une durée de pluie très grande et, partant, une intensité moyenne assez faible. D'autre part, dans la perspective où nous nous plaçons, il importe bien davantage de connaître les valeurs maxima et la durée des intensités élevées que la moyenne globale des intensités. Il est, en fait, plus intéressant d'apprécier la "médiane" que la "moyenne" des intensités.

Dans ce but, les enregistrements de 3 pluviographes de l'IRAT/SENEGAL ont été systématiquement dépouillés pendant une dizaine d'années et les tranches de pluie d'intensité homogène rangées par classe d'intensité. Le premier pluviographe a été installé à BAMBEY en 1959; les deux autres ont été installés à SEFA en 1964 et 1965, à proximité des parcelles de mesure de l'érosion; ils sont distants l'un de l'autre d'environ 5 km.

Les tableaux Nos. 2 et 3, en annexe, résument les résultats obtenus en fournissant la répartition moyenne mensuelle et annuelle des pluies par classes d'intensité. Les mesures couvrent une période de dix ans à BAMBEY (1959-1968) et de quatre ans à SEFA (1965 - 1968). Pour SEFA, on a calculé la moyenne des mesures effectuées à chacun des deux pluviographes. Dans le tableau No. 2 les résultats sont exprimés en mm, et dans le tableau No. 3 ils le sont en pour cent de la tranche d'eau mensuelle ou annuelle.

A partir de ces données et des courbes de fréquences cumulées, on a calculé les intervalles des quartiles.

Tableau No. 1

Limites des quartiles des courbes mensuelles et annuelles de fréquence des pluies par classes d'intensité (mm/h) à BAMBEY et SEFA (1)

Localisation et période	Limite supérieure du	P E R I O D E					
		Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct. Nov.	Année
BAMBEY 1959-1968	1er Quartile	6,6	8,3	9,7	8,5	6,2	8,6
	2e " "	18,0	29,2	29,2	25,8	15,7	26,7
	3e " "	59,9	57,0	52,2	50,3	35,9	52,4
	Tranche de pluie (mm)	21,3	104,6	226,9	167,5	40,9	561,6
SEFA 1965 - 1968	1er Quartile	9,0	13,9	7,0	9,2	9,3	8,9
	2e " "	28,2	41,4	24,3	34,3	28,2	32,0
	3e " "	71,6	69,7	57,7	64,3	53,0	61,6
	Tranche de pluie (mm)	111,4	234,7	287,9	403,4	177,0	121,4

(1) SEFA : Moyenne de deux pluviographes distants de 5 km.

À la lecture de ces différents tableaux, on constate qu'une forte proportion des pluies tombe avec des intensités élevées, aussi bien à BAMBEY qu'à SEFA. À BAMBEY la moitié des pluies annuelles tombe avec une intensité supérieure à 27 mm/h et le quart avec une intensité supérieure à 52 mm/h à SEFA, les chiffres sont encore plus élevés; ils sont respectivement de 32 et 62 mm/h.

Il y a assez peu de variations suivant les mois de l'année dans les courbes de fréquences d'intensités. On note cependant que ce sont les mois de juin, et surtout de juillet, qui comportent la plus forte proportion d'intensités élevées; c'est en fin de saison, en Octobre-Novembre, que l'on trouve, par contre les plus fortes proportions de faibles intensités.

La variabilité interannuelle de la répartition des intensités est assez importante. Les tableaux Nos. 4 et 5, en annexe, en donnent une idée en fournissant les valeurs des quartiles des courbes de fréquences annuelles d'intensités pour chaque année et chaque poste pluviographique à BAMBEY et à SEFA.

Comme on le voit, la variabilité est nettement plus grande à BAMBEY qu'à SEFA. À BAMBEY, l'année 1961 se signale par une proportion particulièrement élevée de fortes intensités. C'est d'ailleurs au cours de cette même année 1961 que l'on a enregistré, à BAMBEY, les records absolus d'intensités : 740 mm/h (37 mm d'eau en 3 minutes) au cours de la pluie du 12 juillet et 335 mm/h (33,5 mm en 6 minutes) au cours de la pluie du 2 septembre. L'année suivante, on a également noté une intensité de 360 mm/h (18 mm en 3 minutes, le 29 juillet 1962). Ce sont là des intensités exceptionnellement élevées, mais presque chaque année, aussi bien à BAMBEY qu'à SEFA, on trouve des valeurs d'intensité supérieures à 100 mm/h.

Dans l'ensemble les intensités de pluie relevées au SENEGAL sont donc très élevées. Il se peut qu'il y ait, dans ce pays, une plus forte proportion de fortes intensités qu'à l'intérieur du continent. Les fortes intensités sont

surtout observées lors des pluies d'orages et celles-ci paraissent être particulièrement nombreuses au SENEGAL. Comme on le verra, les fortes intensités se révèlent être supérieures à la capacité d'infiltration du sol humide; il y a donc apparition du ruissellement; d'autre part, il faut s'attendre, avec ces fortes intensités à obtenir des valeurs d'énergie cinétique et d'indices d'agressivité particulièrement élevées : c'est ce qui sera confirmé plus loin.

Des études sur les relations intensité-durée de la pluie ont été réalisées par BRUNET-MORET (2) en Afrique de l'Ouest; elles concernent 58 stations du SENEGAL au TOHAD. Les principaux résultats sont rapportés sous forme graphique dans l'ouvrage de COCHEME et FRANQUIN (5). Il est ainsi possible d'apprécier, pour un intervalle de temps défini, l'intensité moyenne correspondante; les graphiques comportent une famille de droites correspondant chacune à une pluie de hauteur définie.

Ce genre d'études n'a pas été entrepris au SENEGAL. Cependant, des déterminations d'intensité maximum pendant 30 minutes consécutives ont été effectuées systématiquement pour toutes pluies supérieures à 10 mm. On a cherché à établir des corrélations entre hauteur de pluie et intensité maximum pendant 30 minutes consécutives. 497 pluies ont été étudiées soit :

- 173 à BAMBEY pendant la période de 1960-1968
- 143 à SEFA (parcelles 63) pour la période 1965-1968
- 181 à SEFA (Soulroutoto) pour la période 1964-1968

Des régressions linéaires ont été établies pour chacun des 3 groupes. Les différences entre ces régressions n'étant pas significatives, les résultats ont été rassemblés dans une régression générale dont l'équation est la suivante :

$$y = 0,69 (+ 0,07) x + 11,2 (+ 1,3) \text{ avec } r = 0,6875 \text{ (1)}$$

où  $x$  = hauteur de pluie en mm

$y$  = intensité maximum pendant 30 minutes consécutives en mm/h.

NOTE : les distributions marginales des deux variables suivent probablement une loi normale. Cependant, cette normalité n'ayant pas été préalablement vérifiée, l'emploi du coefficient n'est pas absolument rigoureux, on l'a fait figurer à titre indicatif.

La probabilité du hasard pour cette régression est inférieure à une chance sur un milliard.

La droite de régression et les intervalles de confiance à la probabilité de P 0,05 pour la droite de régression et pour une valeur isolée ont été figurés sur la Figure No. 1. Pour ne pas surcharger la Figure, seules les pluies enregistrées à SEFA (parcelle 63), soit 30% de l'échantillon global, ont été reportées. On a également tracé une courbe correspondant aux résultats obtenus par BRUNET-MORET (2) pour l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest. Comme on le voit, la concordance est assez bonne entre cette courbe et la droite de régression.

Etant donnée la taille importante de l'échantillon, la position de la droite de régression est fixée avec précision, mais la corrélation d'ensemble est assez lâche; elle est difficilement utilisable pour déduire, d'une valeur isolée de hauteur de pluie, la connaissance de l'intensité maximum pendant 30 minutes au cours de cette pluie. C'est ainsi que pour une pluie de 50 mm, on a 95 chances sur 100 pour que l'intensité maximum en 30 minutes soit comprise entre 17 et 74 mm/h, avec une moyenne théorique de 46 mm/h.

#### - L'ENERGIE CINÉTIQUE DES PLUIES

Cette grandeur est importante à connaître puisqu'elle conditionne le travail mécanique réalisé par la pluie et se trouve en relation avec les pertes de sol mesurées sur les parcelles expérimentales (9).

Le calcul de l'énergie cinétique d'une pluie naturelle suppose connues la taille des gouttes (déterminant leur masse et leur vitesse limite de chute) et leur quantité respective, ainsi que la quantité totale d'eau tombée. Des études ont été faites en ce sens mais les procédés de mesure sont inapplicables dans la pratique courante.

D'autres procédés de mesure directe faisant appel soit à des balances de torsion, soit à des dispositifs acoustiques (bruit émis par l'impact des

gouttes) ont été utilisés avec plus ou moins de succès, mais sont également d'un emploi incommode. WISCHMEIER & SMITH (10) ont alors proposé une relation générale entre l'intensité I et l'énergie cinétique  $E_c$  d'une pluie. Cette relation est de type logarithmique :  $E_c = A + B \log. I$ .

Cette formule est applicable à une tranche de pluie d'intensité homogène. Le calcul de l'énergie cinétique globale d'une pluie naturelle par cette méthode suppose au préalable le découpage de la pluie en tranches d'intensité homogènes, le calcul de l'énergie cinétique pour chaque tranche, et la sommation de ces valeurs.

Ce mode de calcul présente un intérêt pratique considérable puisqu'il peut être réalisé facilement à partir des enregistrements d'un pluviographe à augets basculants.

C'est cette méthode qui a été pratiquée à l'IRAT/SENEGAL depuis 1960 (4); le détail de la procédure a été exposé par ailleurs (3).

Les résultats obtenus sont rassemblés dans les tableaux No. 6 pour BAMBEY et 7 pour SEFA, tableaux figurant en annexe.

L'énergie cinétique développée par les pluies pendant une année est en moyenne de  $1420 \text{ kgm/m}^2$  à BAMBEY (période 1960-1968) et de  $2830 \text{ kgm/m}^2$  à SEFA (période 1964-1968), soit une variation du simple au double, qui correspond sensiblement à celle de la pluviométrie. On peut d'ailleurs noter, d'après ces tableaux, que les variations de l'énergie cinétique suivent étroitement celles de la pluviométrie; le rapport énergie cinétique/pluviométrie annuelle, fournissant la valeur moyenne de l'énergie cinétique développée par mm de pluie tombée, est à peu près constant d'une année sur l'autre. Pour les périodes considérées, la valeur moyenne de ce rapport est un peu plus élevée à BAMBEY qu'à SEFA : 2,58 contre 2,31. Mais il faut tenir compte du fait qu'à BAMBEY, de 1960 à 1962, les

valeurs de ce rapport étaient nettement plus grandes que pendant le reste de la période. Si l'on ne considère que la période commune d'observation, de 1964 à 1968, la valeur moyenne du rapport pour BAMBEY est alors de 2,26, soit très proche du chiffre de 2,31 trouvé pour SEFA. On peut admettre que pour les cinq dernières années, chaque millimètre de pluie tombée au SENEGAL a développé en moyenne une énergie cinétique de  $2,3 \text{ kgm/m}^2$ .

Les variations mensuelles de l'énergie cinétique paraissent bien également suivre les fluctuations des hauteurs de pluie. On peut, cependant, se demander s'il en est bien toujours ainsi et si, pour certaines périodes de l'année le rapport énergie cinétique/hauteur de pluie, n'accuse pas des déviations systématiques par rapport à la moyenne.

Pour répondre à cette question, on a établi des Figures en portant, pour chaque pluie, la hauteur de pluie en abscisse et l'énergie cinétique en ordonné; des figurations différentes ont été adoptées pour chaque mois de l'année. Les Figures 2 et 3 concernant l'année 1967 à BAMBEY et SEFA (Soukoutoto) en fournissent des exemples. Comme on peut le constater, les points s'alignent tous suivant une droite moyenne et il n'y a pas de groupement particulier correspondant à tel ou tel mois. Il en est ainsi tous les ans (18 observations : année x stations). Les régressions linéaires ont été calculées chaque année pour chaque poste; elles sont toutes très hautement significatives (probabilité du hasard toujours inférieure à une chance sur un milliard). Les droites de régression passent toutes très près de l'origine, mais, très généralement, légèrement en dessous : il n'y a donc proportionnalité parfaite que si l'on effectue un changement d'origine en soustrayant pour chaque pluie une certaine hauteur de pluie, variant entre 2 et 5 mm. Les valeurs des coefficients de régression s'étagent entre 2,20 et 2,70, valeurs très proches des rapports moyens trouvés précédemment. Le fait qu'il y ait grossièrement proportionnalité entre hauteur de pluie et énergie cinétique implique, que, pour toutes les pluies, la moyenne arithmétique des énergies cinétiques de chaque tranche d'intensité homogène soit sensiblement égale à une

constante. Celle-ci dont la valeur est de  $2,3 \text{ kgm/m}^2$  correspond à l'énergie développée par 1 mm de pluie tombant avec une intensité de 17 mm/h (d'après la formule de WISCHMEIER & SMITH).

Du point de vue de l'énergie cinétique développée tout se passe donc comme si toutes les pluies tombaient avec une intensité moyenne de 17 mm/h (à quelques fluctuations près).

Puisqu'il y a ici proportionnalité presque parfaite entre hauteur de pluie et énergie cinétique, ce dernier paramètre ne peut guère mieux rendre compte de l'agressivité des pluies que le premier. Pour cette raison, il lui a été substitué un autre indice d'agressivité : l'index-pluie de WISCHMEIER.

- L'INDEX-PLUIES DE WISCHMEIER

Les auteurs américains considèrent, également, que l'énergie cinétique d'une pluie ne suffit pas à rendre compte, à elle seule de l'érosivité de cette pluie. WISCHMEIER (9), après avoir analysé de très nombreux résultats expérimentaux de mesures de l'érosion aux Etats-Unis, a proposé un nouvel indice pour caractériser l'érosivité de la pluie. Cet indice, appelé "index-pluie", est le produit de l'énergie cinétique de la pluie par son intensité maximum en 30 minutes divisé par 100 :

$$R = \frac{Eg \times I_{\max} \times 1}{100}$$

Dans cette formule, les unités employées sont américaines :

Eg est exprimé en pied-tonne/acre

I est exprimé en pouces/heure

R est exprimé en tonnes/acre.

Le calcul a été adapté aux unités métriques (3). Il a été effectué systématiquement à l'IRAT-SENEGAL pour toutes les pluies tombées à BAMBEY depuis 1960 et à SEFA depuis 1964. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux Nos. 8 et 9 en annexe.

Le rapport index-pluie/pluie est d'ailleurs particulièrement élevé au SENEGAL : il est en moyenne de 1,23 à SEFA et de 1,11 à BAMBEY, alors que la valeur correspondante est de 0,83 à BOUAKE en Côte d'Ivoire (1). A hauteur égale, les pluies sont donc en moyenne un peu plus érosives à SEFA qu'à BAMBEY. Les tableaux Nos. 8 et 9 fournissent des indications sur les variations interannuelles de ce rapport; 0,88 à 1,42 à SEFA : 0,75 à 1,85 à BAMBEY, pendant les périodes considérées. Les variations interannuelles du rapport sont plus accusées que dans le cas de l'énergie cinétique. Il en est de même des variations intermensuelles. Pour les périodes considérées, la gamme de variations des valeurs mensuelles de ce rapport va de 0,48 à 2,57 à SEFA et 0,19 à 2,04 à BAMBEY.

Les valeurs mensuelles sont, en moyenne, les suivantes :

	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.-Nov.	Année
BAMBEY	1,50	1,22	1,23	0,99	0,58	1,11
SEFA	1,12	1,62	1,18	1,18	0,95	1,23

Les pluies les plus agressives sont, à BAMBEY, celles de Juin et à SEFA, celles de Juillet. Cependant, les différences sont assez peu accusées sauf en fin de saison. D'autre part, il ne s'agit là que de moyennes et le maximum relatif d'agressivité peut se situer suivant les années, aussi bien en Juin qu'en Juillet ou en Août.

De même que pour l'énergie cinétique, on a cherché à préciser les relations entre hauteur de pluie et index-pluie en portant leur hauteur en abscisses et leur index-pluie en ordonnées. Un exemple de ces relations est fourni par la Figure No. 4 pour BAMBEY (en 1967) et No. 5 pour SEFA (Parcelle 63, en 1967).

Comme on le voit, les liaisons sont plus lâches qu'entre hauteur de pluie et énergie cinétique (Figures Nos. 2 et 3). Elles existent cependant. Les régressions linéaires sont toujours significatives. Mais l'ajustement est généralement bien meilleur avec des courbes paraboliques. Ces paraboles présentent un minimum pratiquement confondu avec l'origine. Ce type de liaison s'explique assez facilement si l'on se réfère à la définition de l'index-pluie comme produit de deux facteurs : Energie cinétique de la pluie X Intensité maximum en 30 minutes. Le premier facteur est, comme on l'a vu, pratiquement proportionnel à la hauteur de pluie (liaison linéaire très forte; droites passant presque par l'origine). Quant au second, il est également lié, linéairement, à la hauteur de pluie, mis d'une façon beaucoup plus lâche; par ailleurs la droite ne passe pas ici par l'origine. Si l'on appelle x la hauteur de pluie et y l'index-pluie, la relation entre y et x doit être du type :  $y = (ax)(bx + c) = Ax^2 + Bx$ .

Les paramètres a et b étant toujours positifs, leur produit A doit l'être également. On retrouve bien ici l'équation d'une parabole dont le minimum est confondu avec l'origine.

L'examen des Figures montre par ailleurs qu'il n'y a pas de groupement privilégié des pluies pour telle ou telle période de l'année : il s'agit donc d'une liaison à caractère général. Ce type de liaison se retrouve en effet tous les ans aussi bien à BAMBEY qu'à SEFA.

Le calcul de l'index-pluie présente un intérêt particulier du fait qu'il intervient dans l'équation universelle de perte en terre de WISCHMEIER (11). Celle-ci est la suivante :

$$A = R.K.IS.C.P.$$

où A = Perte de terre (en tonnes par acre en unités américaines ou tonnes par hectare en système métrique).

R = Index-pluie, caractérisant l'agressivité de la pluie. Il est exprimé dans les mêmes unités que A. C'est le seul facteur du second terme de l'équation qui ait une dimension.

**K** = Indice sol : facteur sans dimension, mesurant la plus ou moins grande susceptibilité d'un sol à l'érosion.

**LS** = Indice de pente : c'est un facteur sans dimension, permettant de comparer les conditions topographiques observées à des conditions de référence. Il intègre à la fois le degré de pente et la longueur de pente.

**C** = Indice culture : facteur sans dimension, caractérisant le degré de protection du sol par la couverture végétale.

**P** = Indice remède C.E.S. : facteur sans dimension, caractérisant l'efficacité des méthodes de lutte anti-érosive par le modelé artificiel du terrain (billons, terrasses, etc...).

Cette équation est maintenant utilisée couramment aux Etats-Unis pour le calcul des dispositifs de lutte anti-érosive. Elle commence à être également appliquée en Afrique et à MADAGASCAR. Des expérimentations mettant en œuvre soit des cuves d'érosion, soit des simulateurs de pluie, sont indispensables pour préciser, localement, les valeurs des paramètres **K**, **C** et **P**. Le paramètre **LS** se calcule à partir des indications fournies par WISCHMEIER (11).

L'INDICE CLIMATIQUE DE FOURNIER

S'il est très utile de pouvoir apprécier, grâce à l'index-pluie, le caractère érosif de chaque pluie, il n'est pas moins intéressant d'avoir une connaissance globale de l'agressivité climatique dans une région donnée et de pouvoir la comparer à celle d'autres régions. C'est ce que permet l'indice climatique de FOURNIER (7).

Après avoir analysé les relations entre données climatiques d'une part, dégradations spécifiques d'une série de bassins versants, dans le monde (dégradations

déduites des mesures de débits érodés des cours d'eau) d'autre part, ce géographe a proposé de caractériser l'agressivité climatique d'un lieu donné par le rapport  $p^2/p$  où

$p^2$  = pluviométrie du mois le plus pluvieux de l'année en mm  
 $p$  = pluviométrie annuelle en mm

Il existe d'excellentes régressions linéaires entre les valeurs de ce coefficient climatique et les valeurs correspondantes de dégradation spécifique pour les différents bassins versants.

Toutefois, sur le graphique, les points représentatifs ne sont pas groupés en un ensemble unique mais se répartissent en quatre ensembles définis chacun par une droite. Ces groupements correspondent à un caractère spécifique du milieu naturel : le relief. Un indice orographique, défini par FOURNIER, permet de l'évaluer quantitativement; il s'agit du coefficient  $H \times \text{tg} \alpha$  combinant la hauteur moyenne du relief ( $H$ ) et son coefficient de massivité ( $\text{tg} \alpha$ ).

Sur ces bases, des cartes du danger d'érosion dans le monde et en Afrique (8) ont été dressées. L'examen de ces cartes montre que ce danger d'érosion est particulièrement élevé en Afrique Tropicale Ouest Africaine. Toute la zone présente un danger d'érosion supérieur à 600 t/km<sup>2</sup>/an, la majeure partie se situant à plus de 1000 t/km<sup>2</sup>/an.

Les climats de la zone tropicale Ouest Africaine comptent donc parmi les plus agressifs du globe, et il faut s'attendre à ce que les effets sur le sol soient particulièrement marqués et les contraintes imposées aux techniques culturales particulièrement sévères.

A l'intérieur de cette zone les dangers d'érosion les plus élevés sont observés dans les régions Centre-Ouest et Sud-Ouest du SENEGAL, où la dégradation spécifique estimée dépasse 2.000 t/km<sup>2</sup>/an.

Or c'est précisément dans ces régions que se trouvent situées les deux stations de BAMBEY et de SEFA. Pour ces deux stations, les valeurs du coefficient

p2/P et les valeurs correspondantes de la dégradation spécifique ont été calculées de 1954 à 1968, soit sur une période de 15 ans. Dans le cas de SEFA, les calculs ont été faits pour trois stations pluviométriques, chacune d'entre elles étant placée à proximité d'une batterie de parcelles expérimentales de mesure de l'érosion. Ces stations étaient disposées en un triangle dont chaque côté mesurait 1 à 5 km. Les résultats sont rassemblés dans le tableau No. 10 (en annexe).

Les valeurs moyennes obtenues pour la période 1954-1968 à BAMBEY et SEFA (moyenne des 3 postes) sont les suivantes :

	<u>BAMBEY</u>	<u>SEFA</u>
p mm	289	429
p mm	636	1235
p2/P	139	152
D.S t/ha	32,9	36,4
Erosion mesurée maximum t/ha	-	15,2

Dans les deux cas, la dégradation spécifique estimée se situe nettement au-dessus de 3000 t/km<sup>2</sup> soit parmi les plus fortes valeurs mondiales : à titre de comparaison, les valeurs correspondantes dans les pays tempérés non montagneux sont de moins de 100 t/km<sup>2</sup>. Le climat, dans cette région du SENEGAL, serait donc plus de 30 fois plus érosif que dans la moyenne des zones tempérées. On note par ailleurs que la dégradation spécifique n'augmente que dans la proportion de 10% de BAMBEY à SEFA, alors que la pluviométrie annuelle passe du simple au double.

La moyenne des érosions maxima mesurées sur parcelles expérimentales est plus de deux fois inférieure à la dégradation spécifique estimée. Ceci est inhabituel, puisque FOURNIER (3) estime que l'érosion mesurée en parcelle expérimentale est en moyenne nettement supérieure à la dégradation estimée (environ 100 fois plus).

Il n'y a que deux années, 1961 et 1967, où les valeurs maxima de l'érosion mesurée sont du même ordre de grandeur que la dégradation spécifique estimée ; en 1961, à Soukoutoto, elles lui sont même assez nettement supérieures (54,5 t/ha contre 30 t/ha). L'examen du tableau n° 10 montre que la répartition de pluies et les valeurs du coefficient p2/P sont nettement plus variables à BAMBEY qu'à SEFA. Les valeurs de ce coefficient vont de 48 à 356 à BAMBEY et de 84 à 248 à SEFA, soit des dégradations spécifiques estimées de 8,3 à 92,3 à BAMBEY et de 18,0 à 62,5 à SEFA.

Ces variations ne sont pas en rapport avec celles des valeurs mesurées de l'érosion. Il n'y a pas lieu de s'en étonner puisque ces dernières sont très influencées par la nature des cultures et des techniques culturales qui changent chaque année. La corrélation aurait pu être tentée avec les parcelles sous forêt dont le traitement est immuable dans le temps, mais les valeurs d'érosion obtenues sous couvert forestier sont trop faibles pour qu'on puisse les prendre en considération, la moindre erreur expérimentale dans la mesure entraînant des variations relatives trop fortes. Dans ce cas particulier, la dégradation spécifique estimée est plus de 100 fois supérieure à la moyenne des érosions maxima mesurées (37,3 t/ha contre 0,3 t/ha).

COMPARAISON ENTRE LES INDICES D'ÉROSIVITÉ DE FOURNIER ET DE WISCHMEIER

On a tenté également de comparer les valeurs des indices climatiques de FOURNIER et de WISCHMEIER ainsi que celles des dégradations spécifiques calculées par les deux méthodes. En ce qui concerne le calcul de la dégradation spécifique par la méthode de WISCHMEIER on a utilisé l'équation universelle de pertes en terre dans les conditions suivantes :

- sol nu : coefficient C = 1
- pente de 2% : longueur de pente de 40 ft ; coefficient LS = 0,24
- coefficient K de susceptibilité à l'érosion = 0,15



Ces conditions sont celles des parcelles expérimentales de SEFA, la valeur du coefficient K ayant été obtenue dans ce lieu même et extrapolée ensuite aux sols de BAMBEY.

Les résultats de ces calculs figurent dans le tableau n° 11 en annexe, ils concernent la période 1960 - 1968 à BAMBEY et 1964 - 1968 à SEFA (2 postes pluviométriques).

L'examen du tableau montre qu'il n'existe qu'une liaison assez lâche entre les deux indices climatiques d'érosivité. Ceci n'a rien d'étonnant puisque les modes d'établissement de ces indices ont obéi à des préoccupations différentes. Les deux indices font intervenir la hauteur de pluie annuelle mais l'un fait appel en outre à la répartition des pluies dans l'année tandis que l'autre a recours à l'énergie cinétique calculée d'après l'intensité. Il n'y a donc pas de raison spéciale pour que ces deux indices soient en rapport étroit.

Concernant la dégradation spécifique, les deux méthodes donnent en moyenne à BAMBEY, des estimations comparables. De SEFA à BAMBEY, la pluviométrie moyenne pour la période considérée, augmente de 95 %; la dégradation spécifique estimée par la méthode de FOURNIER augmente de 36 %, tandis que, calculée par la méthode de WISCHMEIER, elle augmente de 131 %. L'écart moyen d'évaluation entre les deux méthodes est à SEFA d'environ 50 %. Il est assez curieux de noter qu'avec des procédures d'estimation très différentes, on aboutit à des valeurs présentant le même ordre de grandeur.

On a fait figurer dans le tableau, à titre indicatif, les valeurs maxima annuelles de l'érosion mesurée à SEFA sans culture. Qu'il s'agisse d'un indice ou de l'autre, il n'y a pas de liaison nette entre la dégradation spécifique estimée et l'érosion mesurée et ceci pour les mêmes raisons énoncées plus haut (variations de la nature de la culture et des techniques culturales ainsi que de la répartition des pluies par rapport au développement du couvert végétal).

Pour des études à caractère local, comme la mesure de l'érosion en parcelles expérimentales, il est certain que l'indice de WISCHMEIER est mieux approprié que celui de FOURNIER, pour suivre les variations interannuelles de l'agressivité climatique; sa possibilité d'emploi dans l'équation universelle de pertes de terre le rend par ailleurs très intéressant. Cependant la facilité de calcul et le caractère généralisable de l'indice de FOURNIER le rendent également très utile pour les comparaisons de l'agressivité climatique à l'échelle d'un continent ou d'une portion de continent; les données relatives à son calcul sont aisément disponibles alors que celles nécessaires à l'établissement de l'indice de WISCHMEIER sont généralement peu accessibles. Les travaux et les publications utilisant ce dernier sont encore assez rares, et, de ce fait, les possibilités de comparaison assez limitées.

#### CONCLUSION

Quoiqu'il en soit de leurs différences de conception et d'application, les deux méthodes aboutissent, pour le propos qui nous occupe, au même résultat: la mise en évidence de la très grande agressivité des pluies au SENEGAL, et tout particulièrement dans sa région méridionale, la Casamance.

Cette caractéristique des pluies n'est pas propre au SENEGAL mais s'observe, à des degrés divers, dans les différents pays de l'Ouest Africain et, plus généralement encore, dans toute la zone tropicale. Il y a là une nette opposition avec les régions tempérées, où les pluies sont, dans l'ensemble beaucoup moins agressives.

Il paraît, au stade actuel, très souhaitable d'étendre et de systématiser les mesures d'agressivité des pluies dans les différentes régions de l'Ouest Africain de façon à mieux apprécier les dangers d'érosion en chaque point.

Des études à caractère plus fondamental pourraient par ailleurs être développées concernant l'évolution de l'agressivité dans le temps et l'espace, les liaisons entre agressivité et hauteur de pluie, entre agressivité et type météorologique de pluie... Ces études mèneraient certainement à une meilleure compréhension des phénomènes et, par conséquent, à une sécurité plus grande dans l'extrapolation des résultats obtenus en quelques points privilégiés.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BERTRAND R., 1967  
Etude de l'érosion hydrique et de la conservation des eaux et du sol en pays BAÛLE (Côte d'Ivoire).  
Colls sur la Fert. des sols Trop. (T.N.M.R.I.V.E., 19-25 Nov. 1967), II, 106, 1281 - 95.
- (2) BRUNET - MDRET Y., 1964  
Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique  
ORSTOM, Paris, 5 vol.
- (3) CHARREAU C., 1969  
Pluie et érosion  
Sols Africains, XIII, 3, 241 - 55
- (4) CHARREAU C., SCHOCH P.G., DANCETTE C., 1964 - 68  
Analyse de l'agressivité des pluies à BANDEY et SEFA.  
IRAT-SENEGAL, rap. an. Division Bioclimatologie.
- (5) COCHET J., FRÉQUIN P., 1967  
Une étude d'agroclimatologie de l'Afrique au Sud du Sahara en Afrique Occidentale.  
FAO/UNESCO/OMM, Projet conjoint d'agroclimatologie, FAO, Rome
- (6) DELORNE G.A., 1963  
Répartition et durée des précipitations en Afrique Occidentale  
Monographie de la Météorologie Nationale, n° 26  
Paris, Minist. des travaux Publics et des transports.
- (7) FOURNIER F., 1960  
Climat et érosion  
thèse Doct. ès lettres, Paris - P.U.F., PARIS
- (8) FOURNIER F., 1962  
Notice explicative de la carte du danger d'érosion en Afrique au Sud du Sahara  
Document CEE - CCTA.

(9) WISCHMEIER W.H., 1959

A rainfall erosion index for a universal soil loss equation  
Soil Sc. Soc. Amer. Proc., 23, 246-49

(10) WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1958

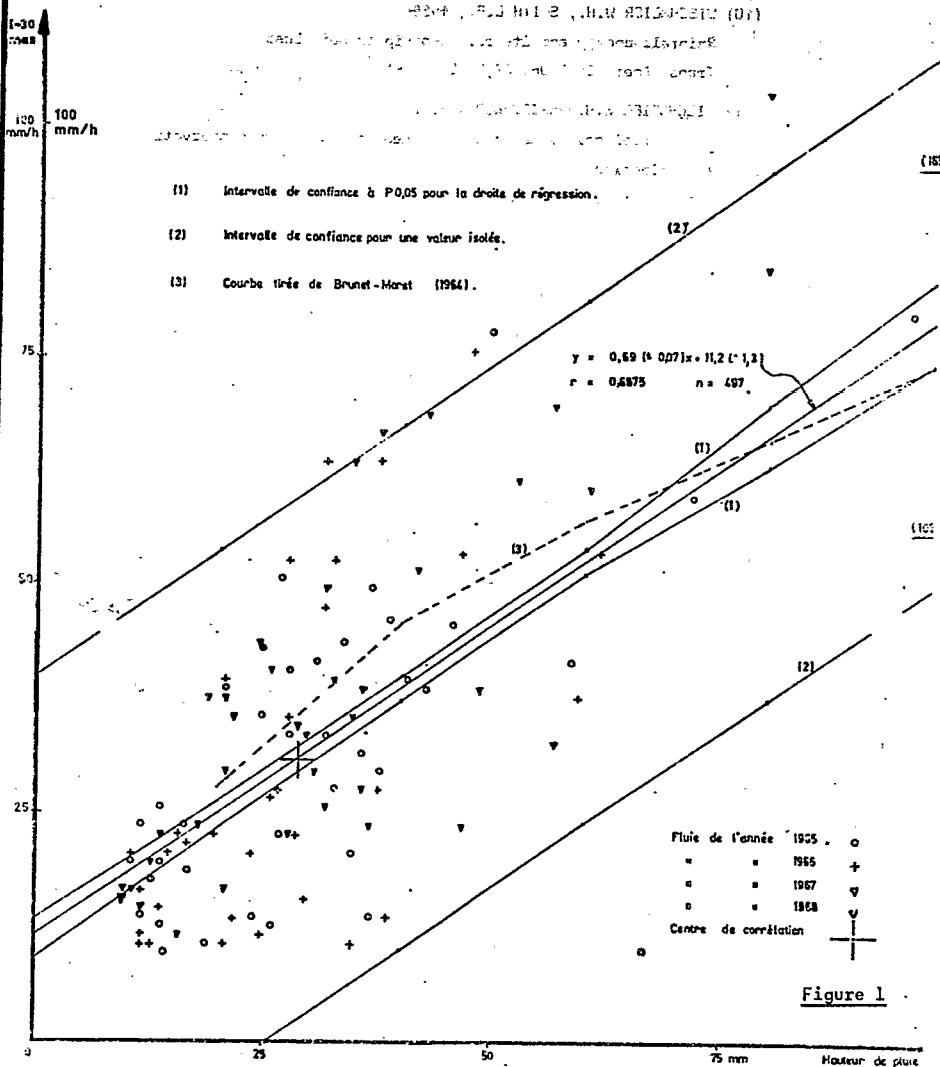
Rainfall energy and its relationship to soil loss  
Trans. Amer. Geog. Un. 39,2, 265 - 91

(11) WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1960

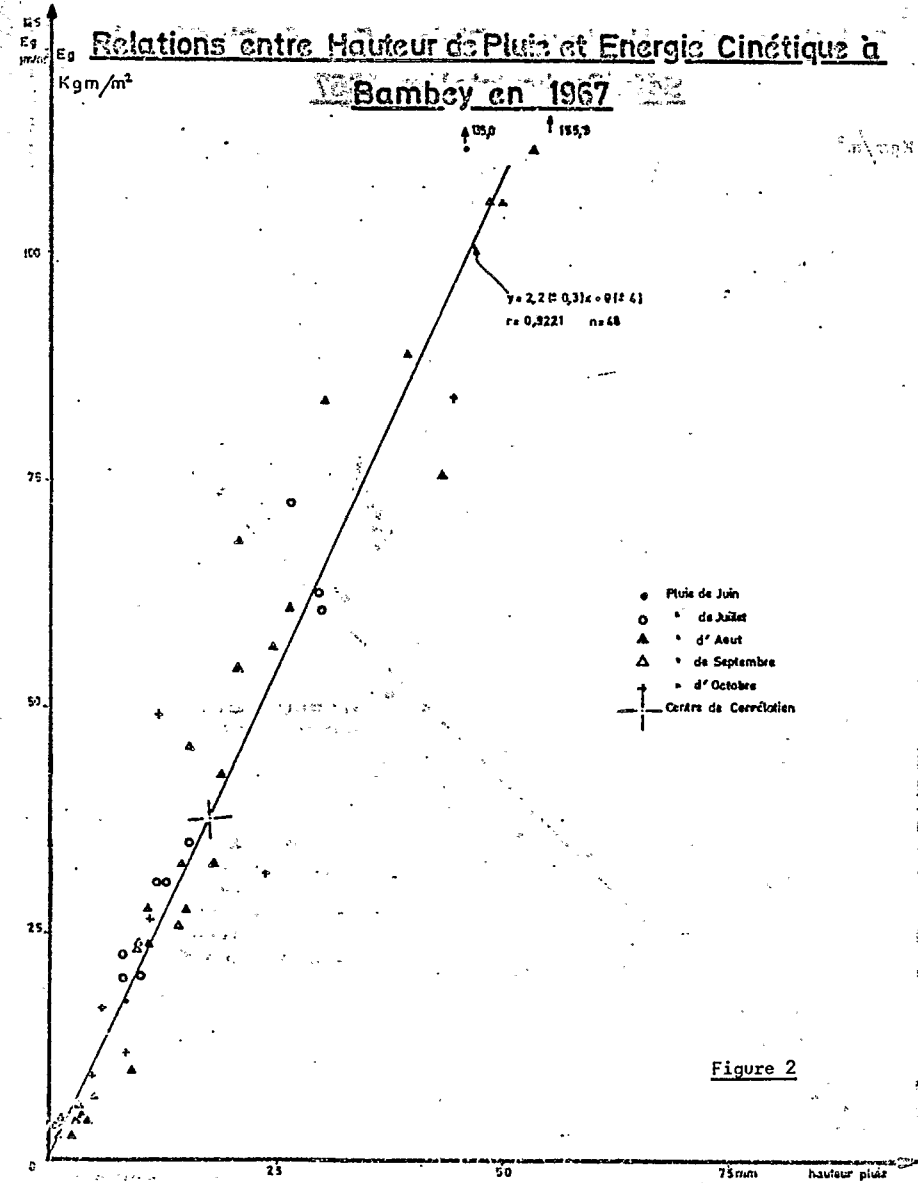
A Universal soil loss estimating equation to guide conservation farm planning  
Trans. 7 th Intern. Cong. Soil Sc., 1, 418-25

### Relations entre Hauteur de Pluie et Intensité en 30<sup>mn</sup> consécutives

hauteurs à Séfa (Parcelle 63) 1955 - 1968



### Relations entre Hauteur de Pluie et Energie Cinétique à Bamboey en 1967



Relations entre Hauteur de Pluie et Energie Cinétique à Séfa (Soukoutoto) en 1967

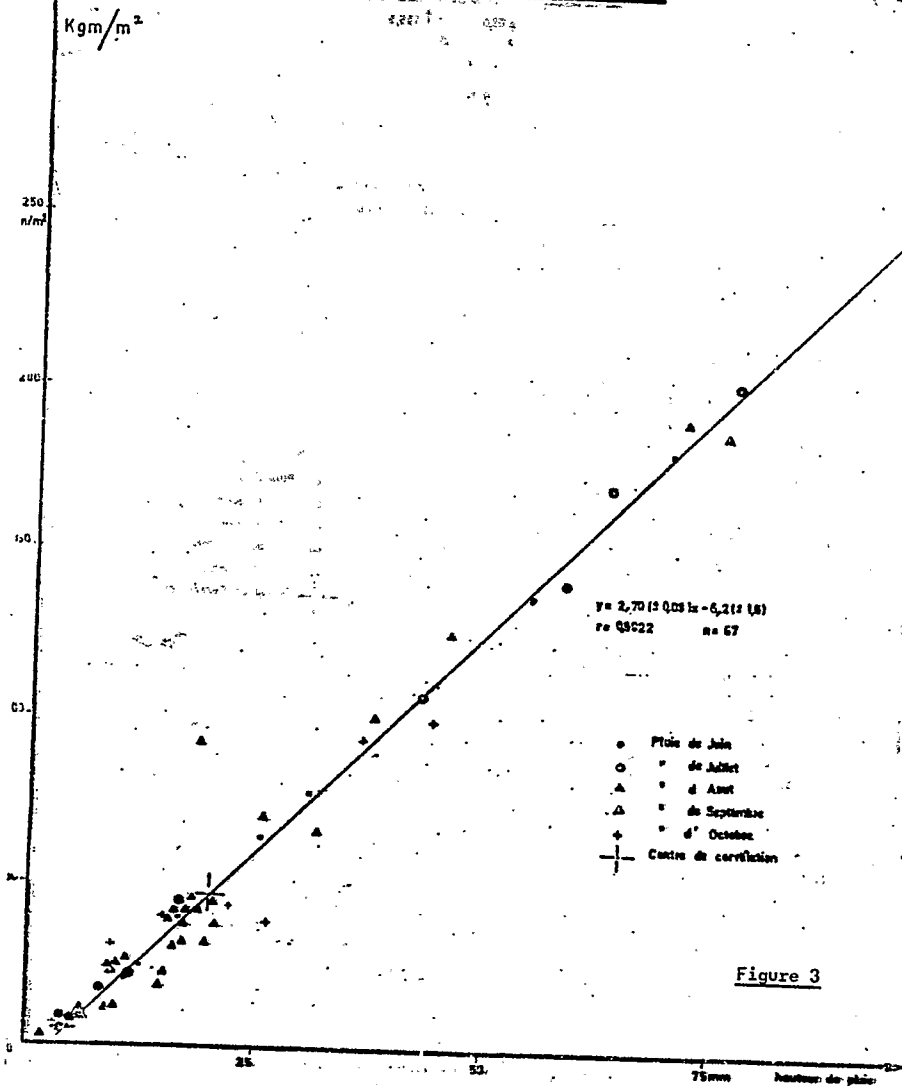


Figure 3

Relations entre Hauteur de Pluie et Index pluie à Bambeý en 1967

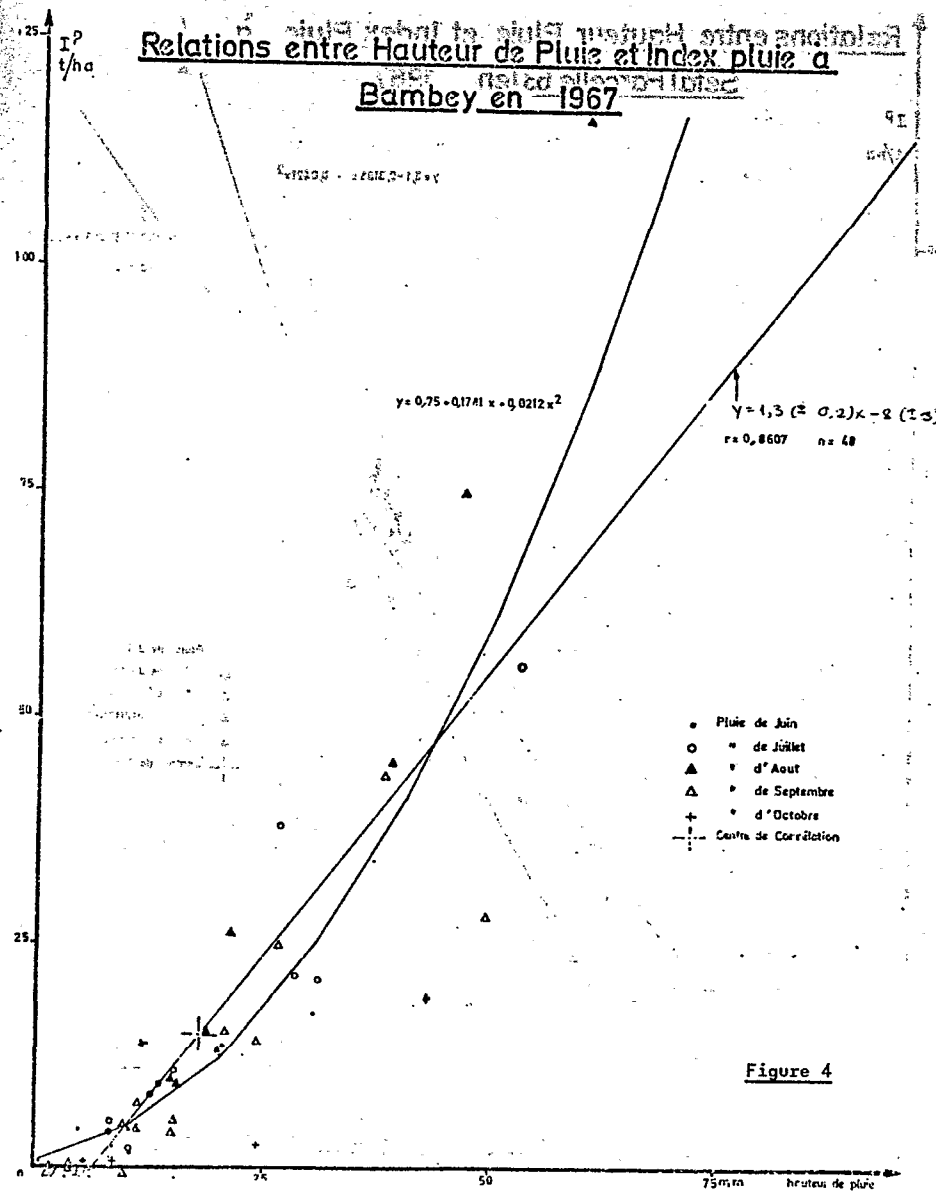


Figure 4

### Relations entre Hauteur Pluie et Index Pluie à Seta (Parcelle 63) en 1967

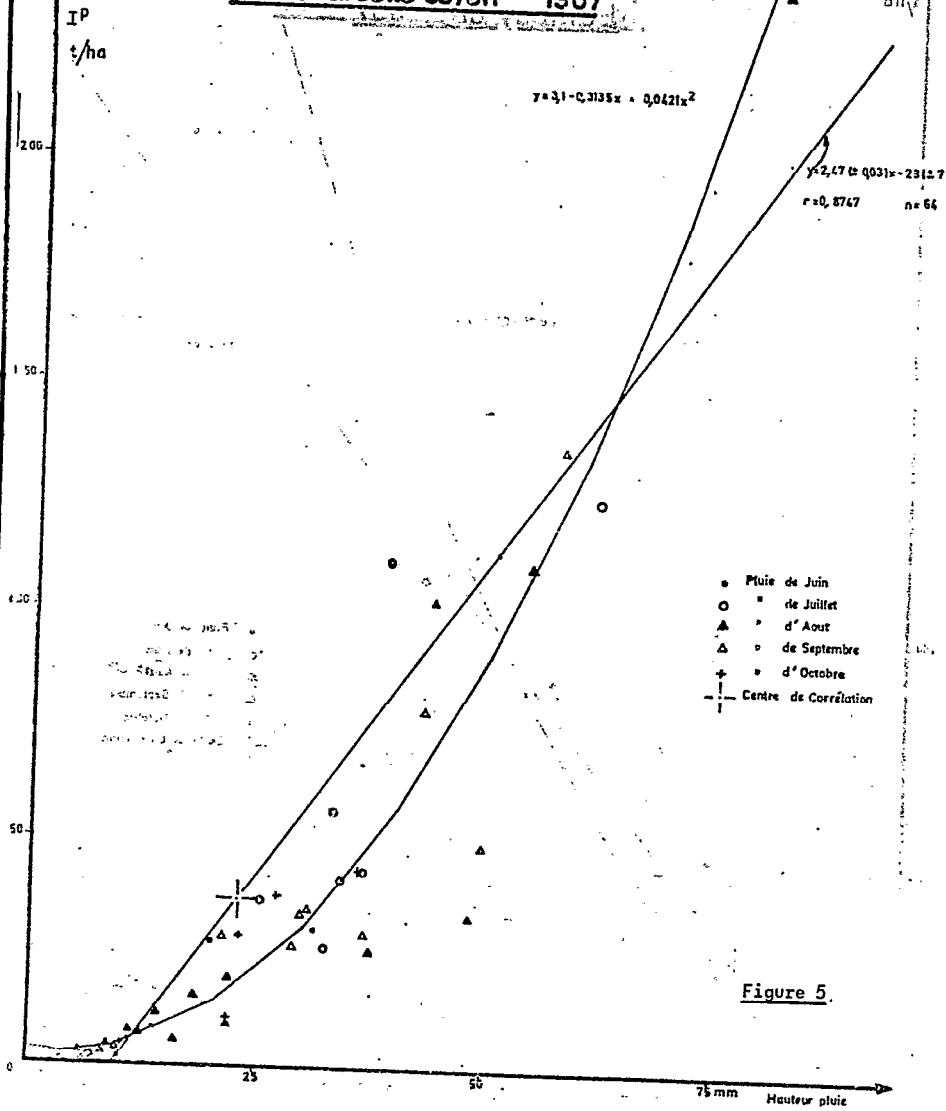


Figure 5.

ANNEXES

Relation entre Hauteur Pluie et Index Pluie

Station Forestière SEFA 1957.

TYPE DE CLIMAT

TABLEAU N° 2

(1) ARBRES TROPICAUX A MIBASTOYI

RÉPARTITION MOYENNE DES PLUIES PAR CLASSES D'INTENSITE A BAMBEY ET SEFA  
 RESULTATS EXPRIMES EN HAUTEUR D'EAU (mm)

Etendue	BAMBEY 1959 - 1968						SEFA (2) 1965 - 1968						
	Classe	mm/h	Jun	Juil.	Aout	Sept	Nov.	Année	Jun	Juil.	Aout	Sept.	Nov.
1	0-10	8.1	31.5	58.4	48.9	16.0	163.3	31.0	52.1	102.3	109.2	47.2	342.2
2	10-20	3.2	15.0	27.5	23.0	7.7	76.4	11.7	16.2	30.4	38.5	25.0	121.8
3	20-30	1.1	6.2	29.7	20.3	4.8	62.1	15.8	21.7	25.4	39.8	19.5	122.2
4	30-40	2.1	8.3	28.1	15.1	3.6	57.1	6.5	23.6	22.3	32.4	16.1	100.9
5	40-50	0.3	8.7	20.0	18.0	5.0	52.0	10.0	24.9	19.5	39.6	20.3	114.3
6	50-60	1.7	12.4	14.9	11.4	1.2	41.7	4.5	29.2	20.6	30.0	14.0	98.3
7	60-70	0.0	8.9	14.3	4.4	1.6	29.1	3.3	8.5	11.6	30.3	17.1	70.2
8	70-80	0.0	3.5	9.4	4.4	0.7	18.0	5.0	11.4	10.4	31.7	3.4	61.9
9	80-90	4.8	1.9	1.0	1.0	0.0	11.7	1.9	11.1	20.9	15.8	2.9	52.6
10	90-100	0.0	0.0	5.4	3.1	0.3	8.8	7.0	8.7	12.1	9.8	6.5	44.1
11	> 100	0.0	8.2	15.3	17.9	0.0	41.4	14.7	27.3	13.0	26.3	4.6	85.9
Total		21.3	104.6	226.9	167.5	40.9	561.6	11.4	234.7	287.9	403.4	177.0	1214.4

(1) SEFA : Moyenne de 2 pluviographes distants de 5 km.

TABLEAU N° 3

REPARTITION MOYENNE DES PLUIES PAR CLASSES D'INTENSITE A BAMBEY ET SEFA (1)

PERIODE : 1965-1968  
 RESULTATS EXPRIES EN POUR CENT DE LA TRANCHE D'EAU MENSUELLE  
 OU ANNUELLE

Classe de la Tranche mm/h	Etendue mm/h	JUN		JUILLET		AOÛT		SEPTEMBRE		OCT. NOV.		ANNEE	
		Bambe	Séfa	Bambe	Séfa	Bambe	Séfa	Bambe	Séfa	Bambe	Séfa	Bambe	Séfa
		1	0-10	38.0	27.8	30.2	22.3	25.8	35.6	29.3	27.2	39.2	26.9
	10-20	15.0	10.5	14.4	6.9	12.1	10.6	13.7	9.5	18.9	14.1	13.6	10.0
	20-30	5.2	14.2	5.9	9.2	13.1	6.8	12.1	9.9	11.7	11.0	11.1	10.1
	30-40	9.9	5.8	7.9	10.1	12.4	7.7	9.0	8.0	8.8	9.1	10.2	8.3
5	40-50	1.4	9.0	8.3	10.6	8.8	6.8	10.7	9.8	12.2	11.5	9.3	9.4
6	50-60	8.0	4.0	11.9	12.4	6.6	7.1	6.8	7.4	2.9	7.9	7.4	8.1
7	60-70	0.0	3.0	8.5	3.6	6.3	3.8	2.6	7.5	3.9	9.7	5.2	5.8
8	70-80	0.0	4.5	3.3	4.9	4.1	3.6	2.6	7.9	1.7	1.9	3.2	5.1
9	80-90	22.5	1.7	1.8	4.7	1.7	7.3	0.6	3.9	0.0	1.6	2.1	4.3
10	90-100	0.0	6.3	0.0	3.7	2.4	4.2	1.9	2.4	0.7	3.5	1.6	3.6
11	100	0.0	13.2	7.8	11.6	6.7	4.5	10.7	6.5	0.0	2.6	7.3	7.1

(1) SEFA : Moyenne de 2 pluviographes distants de 5 Km.

TABLEAU N° 4

VARIATIONS INTERANNUELLES DES LIMITES DES QUANTILES DE LA COURBE ANNUELLE DE  
 FREQUENCES DES PLUIES PAR  
 CLASSES D'INTENSITE (en mm/h) A BAMBEY

Limite supérieure du	ANNÉES										Moyen- na
	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	
1er Quartile	6.2	9.8	26.0	10.5	9.0	3.9	3	6.0	9.9	8.5	0.6
2ème "	114.5	132.3	44.2	31.2	32.1	114.0	17.4	25.6	20.6	25.2	26.7
3ème "	125.4	159.3	26.5	46.6	53.1	120.2	47.2	47.8	48.6	52.8	52.4
Tranche de pluie enregistrée (en mm)	406.5	758.5	661.1	565.1	498.3	500.4	575.0	566.6	333.7	814.6	561.6

TABLEAU N° 5

VARIATIONS INTERANNUELLES DES LIMITES DES QUANTILES DE LA COURBE ANNUELLE DE  
 FREQUENCES DES PLUIES PAR  
 PAR CLASSES D'INTENSITE (mm/h) A SEFA

Limite Supérieure du	1965		1966		1967		1968		Moyennes Inter- annuelles	
	S.V (1)	P.63 (2)	S.U	P.63	S.U	P.63	S.U	P.63	S.U	P.63
1er Quartile	6.8	7.1	8.8	9.8	10.6	16.7	9.1	9.6	8.4	9.4
2ème "	29.3	31.6	30.3	31.1	32.7	48.2	26.2	34.0	30.1	34.0
3ème "	54.4	63.6	59.9	62.8	67.1	72.0	59.0	61.3	56.8	64.8
Tranche de pluie enregistrée (en mm)	1400.3	1716.	1221.	1218.	1354.	1135.2	725.5	607.3	1175.	1251.9

(1) S.U : Poste pluviographique de la Sous-Unité (Soukoutoto).

(2) P.63: Poste pluviographique de la parcelle 63.

TABLEAU N°6

Valeurs annuelles et mensuelles de l'énergie cinétique des pluies à BAMBEY de 1960 à 1968

Energie cinétique en Kgm/m <sup>2</sup>								
Années	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct. Nov.	Année	Pluie annuelle mm	Eg/p
1960	197.0	379.51	720.9	643.8	19.3	1963.5	745.4	2.63
1961	69.8	635.61	609.8	373.6	0.0	1768.8	621.9	2.83
1962	77.3	189.21	855.1	176.4	42.1	1347.1	537.1	2.51
1963	36.3	379.51	293.6	335.1	195.2	1245.7	529.1	2.35
1964	54.1	362.61	375.3	312.9	8.0	1153.9	527.0	2.19
1965	9.9	122.01	877.7	221.6	45.4	1276.6	580.1	2.20
1966	24.2	9.51	397.4	559.9	301.6	1292.6	563.4	2.29
1967	21.5	502.31	606.2	620.1	225.9	1976.0	861.7	2.29
1968	0.0	217.81	88.7	365.8	103.8	776.1	336.7	2.31
Moyenne	54.5	310.91	545.6	404.4	106.5	1421.9	552.1	2.58

TABLEAU N° 7

Valeurs mensuelles et annuelles de l'énergie cinétique des pluies à SEFA de 1964 à 1966

Station Pluviométrique	Année	Energie cinétique en Kgm/m <sup>2</sup>					Année	Pluie annuelle mm	Rapport Eg/p
		Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct. Nov.			
Soukoutoto	1964	275.51	624.61	796.1	540.8	1237.9	12476.9	1240.3	2.00
	1965	202.11	351.01	949.1	1475.0	1231.7	13208.9	1361.9	2.32
	1966	157.91	481.31	664.1	810.7	1550.0	12981.9	1222.5	2.44
	1967	257.31	954.71	693.5	11018.0	1400.1	13315.1	1416.9	2.34
	1968	209.11	362.21	191.1	720.5	1229.8	11720.7	729.3	2.36
Moy.		200.41	554.81	659.2	914.6	1331.5	12740.7	1198.2	2.29
Parcelle 63	1965	162.51	866.91	990.1	11377.4	1366.7	13763.6	1699.4	2.21
	1966	434.81	476.61	611.6	695.3	1731.3	13059.6	1243.0	2.45
	1967	162.91	817.51	1071.8	1107.6	1523.8	13622.3	1507.9	2.40
	1968	145.71	323.91	111.5	522.3	1240.0	11353.4	611.4	2.21
Moy.		226.91	621.21	670.8	937.6	1465.4	12949.7	1266.9	2.33
Ensemble Moyenne		256.4	561.2	676.7	921.2	391.0	2833.3	1228.6	2.31

TABLEAU N° 8

Valeurs mensuelles et annuelles de l'index-pluie à BAMBEY de 1960 à 1968

Année	Index-pluie en tonnes/hectare					Année	Hauteur de pluie annuelle mm	Rapport IP/P annuel
	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct. Nov.			
1960	199.0	230.4	48.3	359.4	2.6	839.7	754.41	1.13
1961	24.6	381.5	480.6	268.7	0.0	1155.4	624.91	1.85
1962	47.4	12.0	493.0	75.0	8.4	636.6	537.11	1.19
1963	8.8	216.2	97.8	105.4	47.3	475.5	529.71	0.90
1964	12.6	163.9	78.4	134.9	3.2	393.0	527.01	0.75
1965	0.7	30.6	648.1	37.6	10.6	727.6	580.11	1.25
1966	4.0	0.5	219.2	227.3	72.0	523.0	563.41	0.92
1967	2.7	179.4	361.7	183.0	46.4	773.2	862.71	0.90
1968	0.0	144.9	28.9	159.7	34.9	368.4	336.71	1.09
Moyenne	37.5	151.0	273.0	172.3	28.2	654.7	589.71	1.11

TABLEAU N° 9

Valeurs mensuelles et annuelles de l'index-pluie à SEFA de 1964 à 1968

Stations Pluies	Année	Index-pluie en t/ha					Année	Hauteur de pluie annuelle mm	Rapport IP/P annuel
		Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct. Nov.			
Soukoutoto	1964	125.5	403.0	637.0	241.1	89.5	1497.1	1240.3	1.21
	1965	84.4	331.6	351.9	795.7	71.7	1601.9	1381.9	1.16
	1966	163.9	458.3	179.0	431.3	229.0	1461.5	1322.5	1.20
	1967	89.1	721.7	506.2	462.8	156.5	1955.3	1461.9	1.34
	1968	145.6	110.5	89.8	295.2	51.8	692.9	729.3	0.95
Moy.		121.9	392.6	351.6	632.2	120.11	1442.4	1207.2	1.19
Parcelle 63	1965	146.9	1591.1	379.3	902.6	163.3	2183.3	1699.4	1.28
	1966	257.7	1435.5	187.4	324.5	375.2	1550.3	1299.3	1.24
	1967	79.2	1522.9	847.4	480.5	216.4	2146.4	1537.9	1.42
	1968	128.0	1107.6	32.8	204.4	67.8	540.6	611.4	0.88
Moy.		153.0	1406.6	361.7	478.0	205.71	1635.2	1267.0	1.27
Ensemble Moyenne		135.7	402.8	356.1	632.0	158.1	1524.5	1233.6	1.23



TABLEAU N° 19

Valeurs de l'indice climatique de FOURNIER, de la dégradation spécifique estimée et de l'érosion mesurée à BAMBEY et à SEFA au cours de la période 1965-1968

ANNÉES	BAMBEY						SEFA										
	Sole						POSTE DE SOUKOUTOTO			POSTE DE LA PARCELLE			POSTE SOUS FORET				
	Indice Fournier						Indice Fournier			Erosion mesurée (t/ha)			Indice Fournier				
	p2/P		10.S		10.S		Mini-Moyen-Maxi			Mini-Moyen-Maxi			Mini-Moyen-Maxi				
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
1954	199	42.9	181	44.3	12.6	15.0	17.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955	136	32.1	210	32.2	5.6	18.3	31.0	151	36.2	6.3	11.0	16.3	-	-	-	-	-
1956	122	28.3	176	43.0	6.1	9.0	12.0	199	24.8	0.5	3.3	6.5	169	41.1	-	-	-
1957	126	29.4	-	-	6.9	8.3	9.7	-	-	2.6	7.6	13.4	-	-	-	-	-
1958	358	92.3	-	-	4.9	8.0	11.1	-	-	6.3	16.1	28.1	-	-	-	-	-
1959	94	20.7	183	44.9	2.0	4.7	7.4	209	51.9	2.2	4.3	8.1	180	44.1	-	-	-
1960	99	22.1	156	37.6	5.3	8.7	12.1	160	38.6	3.6	6.1	7.4	152	36.5	-	-	-
1961	98	21.8	143	34.0	30.0	42.2	54.5	134	31.6	5.2	8.2	10.8	129	30.2	-	-	-
1962	197	48.7	151	36.2	2.9	10.7	18.5	248	62.5	1.2	2.6	4.3	226	56.5	-	-	-
1963	48	8.3	97	21.6	3.3	7.9	12.6	89	13.3	3.2	7.2	12.2	115	26.4	-	-	-
1964	66	13.2	119	27.5	5.6	9.1	12.6	151	36.2	4.2	12.7	18.6	113	25.9	-	-	-
1965	259	65.5	218	54.4	3.7	4.5	5.4	206	60.8	1.5	4.0	8.0	221	55.2	-	-	-
1966	112	25.6	92	20.2	7.2	8.9	10.6	90	13.7	1.8	6.8	13.5	94	21.7	-	-	-
1967	89	19.4	149	35.7	11.3	22.4	33.7	134	31.6	2.2	9.5	26.7	151	36.2	-	-	-
1968	79	16.7	128	30.0	6.5	12.3	18.1	84	18.0	0.2	0.7	1.3	-	-	-	-	-
May.	139	32.9	154	37.0	7.6	12.7	17.8	147	35.1	2.9	7.2	12.4	155	37.3	-	-	-

REMARQUES

Pour les postes de Soukoutoto et de la parcelle 63, on a fait figurer également les valeurs mesurées de l'érosion sous culture : minimum moyen et maximum de façon à confronter ces chiffres avec les valeurs estimées de la dégradation spécifique. On n'a pas jugé utile de le faire pour le troisième poste, situé sous forêt, l'érosion sous couvert forestier (brûlé ou non en saison sèche) étant toujours très faible et ne dépassant jamais 0,8 t/ha. L'érosion a été mesurée sur des parcelles de 5 m de large, de 40 à 50 m de long, situées sur des pentes de 1 à 2 %. La dégradation spécifique a été estimée par la régression linéaire établie par FOURNIER pour les régions à relief peu accentué ( $H \times tg \alpha$ ) et pour des valeurs du rapport p2/P supérieures à 20. L'équation de régression est alors la suivante :

$$y = 6.14x - 49,78$$

où x = valeur du rapport p2/P (p et P exprimés en mm)  
y = dégradation spécifique en t/km<sup>2</sup>.

TABLEAU N° 11  
COMPARAISON DES DÉGRADATIONS SPÉCIFIQUES ESTIMÉES PAR LES FORMULES DE FOURNIER ET DE WISCHMEIER A BAMBEY ET A SEFA

ANNÉES	BAMBEY						SEFA					
	Indice d'agrosivité		Dégradation spécifique estimée		POSTES	ANNÉES	Indice d'agrosivité		Dégradation spécifique estimée		Erosion mesurée maximum t/ha	
	Fournier p2/P	Wischnier t/ha	Fournier t/ha	Wischnier t/ha			Fournier p2/P	Wischnier t/ha	Fournier t/ha	Wischnier t/ha		
1960	99	640	22.1	30.2	SOUKOUTOTO	1964	119	1497	27.5	55.9	12.6	
1961	98	1155	21.8	41.6	"	1965	210	1605	54.4	57.8	5.4	
1962	197	637	48.7	22.9	"	1966	92	1462	20.2	52.6	10.6	
1963	48	475	8.3	17.1	"	1967	149	1955	39.7	70.4	33.7	
1964	66	393	13.2	14.1	"	1968	128	693	30.0	24.9	18.1	
1965	259	720	65.5	26.2	PARCELLE 63	1965	205	2150	50.8	77.4	8.0	
1966	112	523	25.6	18.8	"	1966	90	1550	19.7	55.8	13.5	
1967	89	773	19.4	27.8	"	1967	134	2146	31.6	77.3	26.7	
1968	79	360	16.7	13.2	"	1968	84	541	18.0	19.5	1.3	
Moy.	116	655	26.8	23.5	-	Moyenne	135	1511	36.4	54.4	15.2	

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

# AGROCLIMATOLOGY IN THE SEMI-ARID AREAS SOUTH OF THE SAHARA

Proceedings of the Regional Technical Conference,  
Dakar, 8-20 February 1971

FAO/Unesco/WMO INTERAGENCY PROJECT ON AGROCLIMATOLOGY



WMO - No. 340

Secretariat of the World Meteorological Organization - Geneva - Switzerland

1973

165

B 14571 -> 14575