

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER
Centre d'Adiopodoumé

PROJET D'UTILISATION D'UN SIMULATEUR DE PLUIE
POUR LA REALISATION DU PROGRAMME DE RECHERCHES
SUR L'EROSION ET LE LESSIVAGE OBLIQUE

par E. ROOSE

décembre 1966

12 DEC. 1972

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

Collection de Références

n°

5827 Fedd

66.A [A rajouter]

Projet d'utilisation d'un simulateur de pluie
pour la réalisation du programme de re-
cherche sur l'érosion et le lessivage
oblique de Mr. ROOSE

1 - Introduction

Le thème général de notre programme de recherche est l'étude de l'eau et des éléments minéraux et organiques dont elle se charge au cours de ses mouvements obliques à la surface du sol (ruissellement) ainsi qu'à l'intérieur de celui-ci (lessivage oblique).

Depuis 1964, nous avons continué les études entreprises sur parcelles d'érosion et nous nous sommes efforcés de tirer le maximum de renseignements des réalisations antérieures, spécialement en Afrique occidentale. Par ailleurs nous avons mis au point une méthode permettant de recueillir des échantillons d'eau circulant latéralement dans les sols en place.

Suite aux nombreux résultats obtenus dans divers pays il nous semble aujourd'hui opportun d'accélérer et d'améliorer la précision des études réalisées sous pluie naturelle par l'usage d'un simulateur de pluie.

Avantages apportés par les simulateurs de pluie

Les principaux inconvénients des expériences réalisées sous pluies naturelles sont d'ordre scientifique et économique:

En effet la pluie ne tombe jamais deux fois de la même façon ni dans les mêmes conditions de couverture végétale et d'état d'humidité et de structure du sol.

Chaque mesure est donc la résultante des divers facteurs de l'érosion : climat, végétation, état du sol, violence des pluies.

Seuls les américains ont rassemblé assez de moyens et de techniciens pour multiplier les répétitions dans le temps et dans l'espace et dissocier par l'analyse statistique l'action de chacun des principaux facteurs. WISCHMEIER s'est basé sur 10.000 résultats annuels répartis sur trente ans pour établir sa formule de prévision des transports solides.

L'usage des simulateurs de pluie accélère l'étude systématique des nombreux facteurs qui influencent l'érosion et permet de résoudre en quelques années les principaux problèmes posés par la conservation des sols.

En effet la mobilité des dispositifs expérimentaux donne la possibilité de multiplier les répétitions vraies (c'est à dire exactement dans les mêmes conditions), de choisir des parcelles représentatives en ce qui concerne les techniques culturales de plein champ ainsi que l'état du sol et de la couverture végétale (importance des accidents dus aux vents, aux maladies et aux déprédateurs dans les parcelles fixes). Le choix du moment et des conditions de l'expérimentation entraîne nécessairement une meilleure précision des mesures.

Dans les conditions actuelles des études de conservation des sols en Afrique occidentale seul un simulateur de pluie peut nous donner des renseignements scientifiques précis sur la susceptibilité des sols à l'érosion et sur chacun des autres facteurs, en particulier, sur les effets de l'humidité du sol avant la pluie, l'énergie cinétique et l'intensité de la pluie, la couverture végétale et les techniques culturales, de la pente en fonction de la texture des sols.

Enfin, l'usage d'un simulateur de pluie est indispensable si l'on désire, en des délais acceptables, apporter des renseignements précis pour l'aménagement antiérosif des terres défrichées.

3 - Réalisations dans d'autres régions

Nombreux sont les chercheurs qui ont étudié les caractéristiques des pluies en rapport avec l'érosion (vitesse de chute, répartition du diamètre des gouttes suivant l'intensité et l'énergie cinétique des pluies).

Suite à ces études sont nés deux types principaux d'appareils capables de simuler plus ou moins correctement une pluie donnée en plein champ ou au laboratoire :

1 - les infiltromètres, appareils assez simples capables d'asperger des surfaces de l'ordre de 1 à 2 m² et de déterminer le drainage au moyen de mesures de ruissellement et de pluviosité.

La turbidité des eaux ruisselées donne une idée de l'effet Splash et de la détachabilité des agrégats du sol (érodibilité du sol). Citons les appareils de HUDSON en Rhodésie, de BERTRAND et PARR aux USA, de MORIN en Israël. Quelque fois ces appareils fonctionnent en laboratoire sur des sols reconstitués (BASU et PURANIK aux Indes).

2 - les simulateurs proprement dit sont prévus pour des parcelles de 20 à 200 m² et donnent déjà une image plus fidèle des dégâts causés par l'effet Splash et le ruissellement dans les champs cultivés. Les résultats sont comparables à ceux que l'on obtient sur parcelles d'érosion classiques sous pluie naturelle et on peut se livrer à des mesures beaucoup plus précises (répétitions) de chacun des facteurs qui influencent l'érosion.

1 - l'irrigator" de SHACHORI et SEGNER en Israël peut asperger des surfaces de l'ordre de 100 à 200 m² au moyen de moulinets simulants des intensités de 6 à 120 mm /heure.

La détermination du diamètre des gouttes montre qu'il y a un décalage de 0,5 à 1 mm entre les pluies simulées et naturelles. L'énergie cinétique n'atteint que 60% de celle d'une pluie naturelle de même intensité.

2 - la station mobile" de CORMARY et MASSON en Tunisie comprend plusieurs de gicleurs "Veejet" tournés vers le bas fonctionnant alternativement.

L'appareil apporte par mm de pluie simulée autant d'énergie que 6,7mm d'une pluie naturelle. Les auteurs travaillent actuellement en France à perfectionner la méthode.

3 - Le "rainulator" de Meyer et ses collaborateurs aux USA est un appareil complexe très perfectionné qui comporte des gicleurs (S.S.C 80 100 veejet) tournés vers le bas pouvant débiter des pluies très semblables à celles de la nature (très bonne répartition du diamètre des gouttes et énergie cinétique = 80%) à des intensités de 30 - 60 et 120 mm /heure grâce à un mouvement de va et vient des jets (moteur secondaire) et une alternance du débit (valve solénoïde). Il faut quatre unités élémentaires pour couvrir une parcelle de 4,3 m x 22,9m, dimensions

standard utilisées par WISCHMEIER.

4 - Le "Rotating boom SIMULATOR" de SWANSON aux USA. est muni des mêmes gicleurs mais montés sur des bras pivotant autour d'un axe; ceci supprime une grande partie des opérations délicates (mouvement de va et vient et débit alternatif) rendues nécessaires pour avoir une proportion suffisante de grosses gouttes avec des débits raisonnables.

Il suffit de deux éléments pour couvrir deux parcelles jumelées de dimension standard. L'appareil est monté sur un charriot; les opérations de montage et transport en sont grandement facilitées. Des intensités de 60 - 120 et 240 mm /heure peuvent être obtenues.

Sur ces appareils, il est relativement aisé de faire varier, dans certaines limites, l'intensité des précipitations par l'augmentation du nombre de jets ou de la durée de leur fonctionnement. Une augmentation de pression d'eau aux gicleurs augmente leur débit et la vitesse de chute des gouttes mais diminue leur taille.

Des gicleurs de plus grands diamètres donnent des gouttes plus grosses mais aussi des débits beaucoup trop forts: d'où la nécessité du mouvement des gicleurs pour augmenter la surface arrosée et de l'alternance débit - arrêt.

4 - Projet d'utilisation

A l'heure où la Côte d'Ivoire cherche à donner une forte impulsion à son agriculture par la mécanisation il nous semble important de savoir comment aménager son territoire pour mettre en valeur ses terres agricoles sans détériorer son patrimoine.

Le premier aspect du problème est d'ordre purement scientifique: il s'agit de mesurer les effets de chacun des facteurs

qui influencent les phénomènes d'érosion et de connaître leur répartition en Côte d'Ivoire.

Munis de ces connaissances de base, il nous sera aisé de fixer d'une façon beaucoup moins empirique que jusqu'ici les modalités des aménagements antiérosifs requis du fait de la déforestation des terres agricoles.

A cet effet, nous nous proposons de profiter des importantes études réalisées par Mr. WISCHMEIER et ses collaborateurs aux U.S.A. qui ont abouti en 1958 à l'énoncé d'une "formule universelle de l'érosion dans des champs cultivés :

$$A = R (K. L.S. C. P)$$

où A - est la perte en terre

R - indice d'érosivité des pluies qui égale au produit de l'énergie cinétique par l'intensité max. durant 30 min.

K - est le facteur sol: il est égal à A lorsque les autres facteurs valent 1 c. à d sur une parcelle de 22,2m de long et de 9% de pente dans les conditions d'une jachère nue continuellement travaillée et sans apport de matière organique depuis trois ans au moins.

L.S - facteurs sans dimension relatifs à la longueur et au pourcentage de la pente.

C - indice de couverture du sol par la culture

P - facteur faisant intervenir les techniques culturales antiérosives.

Connaissant l'érosivité du climat d'un terroir, l'érodibilité de ses sols on peut déterminer pour un champ de longueur et de pente données les techniques antiérosives nécessaires si l'on veut introduire une culture déterminée sans dépasser une perte en terre limite (2 à 12 tonnes /ha. an selon la profondeur du sol).

Nous pourrions procéder aux études suivantes :

1 - Erodibilité des sols (K) sur quelques parcelles d'érosion classiques sous pluies naturelles et parallèlement sur de nombreuses parcelles réparties sur l'ensemble du territoire au moyen du simulateur.

2 - Cartographie de l'érosivité des climats à l'aide des pluviogrammes disponibles.

3 - Influences de la couverture végétale (C) développée par les principales cultures de Côte d'Ivoire : manioc, igname, riz sec, coton, tabac, maïs, mil, sorgho, arachide plantes de couvertures, hévéa et palmier à huile (durant l'installation) et diverses jachères. Ces mesures ne sont pas possible sous forêt ni plantations arbustives adultes : hauteur max. = 2,5 m.

4 - Influences des techniques culturales : buttage et billonnage cloisonné, labours ⁺ profonds, paillage, bandes d'arrêt, etc...

5 - Influences de l'humidité du sol avant la pluie, de la matière organique, de la texture et de la structure, de la présence de gravillons, de la texture du sol sur les effets dus à la pente (% et longueur), susceptibilité relative à l'effet splash et au ruissellement.

6 - Evolution de la perméabilité du sol en place au cours d'une pluie en fonction de la saison, des cultures et des techniques culturales.

Il faut donc prévoir deux types d'expérimentation:

- de très nombreuses parcelles en jachère nue, représentatives de la topographie et de tous les sols de Côte d'Ivoire.

- dans quelques stations largement représentatives du pays, une série de parcelles prévues pour l'étude comparative des cultures régionales et des techniques culturales.

Chaque expérience serait répétée à chaque période de l'année groupant des conditions de sol, de climat et de végétation particulières :

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1 du labour au semis | : stade parcelle nue |
| 2 du semis au 1er mois | : stade installation |
| 3 durant le 2 ^d mois | : stade croissance |
| 4 jusqu'à la récolte | : stade maturation |
| 5 de la récolte au labour | : stade jachère et repos |

5 - Réalisation

- choix de l'appareil

Seuls les simulateurs de pluie capables de couvrir quelques dizaines de m² conviennent pour ce type de réalisation. Parmi ceux que nous avons étudiés nous retenons le simulateur à axe rotatif de Mr. SWANSON pour sa précision, sa mobilité sa robustesse sa maniabilité et son coût raisonnable (3000 dollars + 900 dollars pour les équipements annexes de 2 parcelles jumelées de dimension standard) .

Une équipe de 3 techniciens suffit pour mener à bien le montage de l'appareil (1heure) la délimitation de deux parcelles voisines et l'installation des enregistreurs (pluie et ruissellement). En 48 heures il est possible de réaliser une ou deux séries de mesures sur des parcelles voisines.

Le "rainulator, de Mr. MEYER nous a semblé très complexe et muni d'appareils associés qui risquent d'être trop fragiles dans les conditions d'utilisation que nous connaissons en Côte d'Ivoire.

Le prix d'achat aux USA est de 20.000 dollars plus l'équipement annexe pour 2 parcelles (8 unités) jumelées standard. Il faut 6 jours à une équipe de 3 hommes bien entraînés pour monter l'appareil et 15 jours pour réaliser une série de mesures.

Quelque soit le simulateur adopté il faudra lui adjoindre une citerne de 10 m³.

Monsieur des TUREAUX, technicien, est déjà sur place et se met au courant des problèmes posés par l'érosion et l'usage des simulateurs de pluie. Les deux autres techniciens du niveau du certificat d'étude pourraient être recrutés localement.

- prévision d'un stage

Avant d'entreprendre une telle étude il nous semble raisonnable de travailler avec les chercheurs qui étudient l'érosion au moyen de divers simulateurs de pluie, de juger sur place de l'intérêt et de l'adaptabilité de chaque modèle aux conditions de travail de Côte d'Ivoire et de nous entraîner à leur maniement.

De nos contacts avec les services du Ministère de l'Agriculture des USA il ressort qu'un stage de sept semaines suffirait pour 1. prendre connaissance des nombreuses expériences de conservations des sols entreprises à l'Université de PURDUE (LAFAYETTE, INDIANA) par Mrs. WISCHMEIER, MEYER et leurs collaborateurs à l'aide du "rainulator" et nous entraîner à son maniement.

2. nous entraîner au maniement du "rotating boom simulator" de Mr. SWANSON soit avec lui-même à l'Université de NEBRASKA (LINCOLN, NEBRASKA) soit avec Mr. George FREE à l'Université CORNELL (ITHACA, New-York) comme nous l'a proposé Mr. HARVEY directeur du service des stages pour étrangers au Ministère de l'Agriculture.

3) - visiter le centre d'aménagement antiérosif de bassin versant de Mr. HARROLD du "NORTH APPALACHIAN EXPERIMENTAL WATERSHED" (COSHOCTON, OHIO)

financement

Etant donné l'intérêt que présente ces recherches scientifiques sur la conservation des sols pour l'aménagement du territoire ivoirien, il semble qu'une convention entre l'ORSTOM et le Ministère de l'Agriculture puisse être envisagée pour la cartographie de l'érosivité des climats et l'étude de l'érodibilité des sols, de l'influence des techniques culturales et des plantes cultivées.

Une bourse pourrait être demandée à l'A.I.D par l'intermédiaire de l'Ambassade des USA à Paris pour la réalisation du stage.

Conclusion

Malgré l'importance de l'opération, la mise en oeuvre d'un simulateur de pluie bien adapté aux conditions africaines nous semble indispensable pour mener à bien une étude scientifique précise des phénomènes d'érosion et de lessivage oblique et l'application pratique des résultats aux terres agricoles de Côte d'Ivoire dans des délais acceptables.

Par ailleurs ce simulateur de pluie est capable de rendre de grands services aux agronomes, pédologues et hydrologues dans leurs recherches sur le lessivage des engrais, la mesure de la perméabilité et du drainage des sols en place ainsi que des phénomènes de ruissellement et de transports solides dans les bassins versants.