

960372

Communauté Economique Européenne



BILAN HYDRIQUE DES SOLS CULTIVES
DE LA ZONE SEMI-ARIDE DE L'OUEST AFRICAIN :
ETUDE DE L'INFILTRATION SOUS PLUIES SIMULEES

Contrat TSD - A - 281 - F

RAPPORT SEMESTRIEL
Période du 1er janvier au 1er juin 1987

A. CASENAVE

Fonds Documentaire ORSTOM

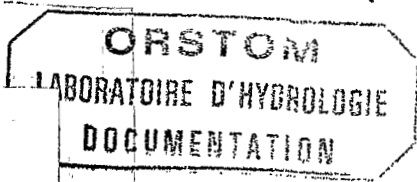
Cote: B*18823 Ex: unique

Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
(ORSTOM)

Fonds Documentaire ORSTOM



010018823



INTRODUCTION

Ce rapport est le dernier rendant compte des travaux accomplis dans le cadre du contrat ORSTOM-CEE. Dans ce rapport ne sont exposés que les travaux et résultats du premier semestre 1987. La synthèse de l'ensemble des résultats obtenus pendant la durée du contrat sera faite dans le rapport final et le répertoire des états de surface de la zone sahélienne qui seront publiés ultérieurement.

I - MESURES ET RESULTATS OBTENUS AU COURS DU SEMESTRE

1.1 - Togo

Une campagne de pluies simulées a été effectuée, au début de l'année 87, sur le bassin de Nadjoundi à Dapaong. Ce bassin du Nord Togo est caractérisé par une densité de population très élevée (100 habitants/km²) d'où une occupation des terres très importante et presque continue. Les jachères sont peu abondantes et toujours de courte durée. Cette mise en culture intensive a pour conséquence une dégradation importante des sols et des processus érosifs très actifs. Les cultures (mil, sorgho, niébé, arachide et coton) sont toujours effectuées sur billons afin de pallier à l'engorgement temporaire en bas de pente, et de lutter contre l'érosion pluviale, mais les billons sont élevés sans tenir compte du sens de la pente et sont souvent tracés parallèlement à la ligne de plus grande pente.

A partir de la cartographie des états de surface (JANEAU, 1986) délimitant 4 grandes unités cartographiques, 6 parcelles ont été implantées. Chaque parcelle, correspondant à un état de surface particulier, a été testée par une série de 6 pluies simulées.

L'interprétation des résultats montre que si l'infiltration est fonction des états de surface, la saturation progressive des sols l'influence de façon sensible. Pour des sols secs les coefficients de ruissellement sont compris entre 15 et 40 %, mais ils sont de l'ordre de 55 à 75 % pour des sols très humectés. La reconstitution des lames ruisselées observées pendant la période 1962-1963 à partir des fonctions de production du ruissellement déterminées sous pluies simulées montre une bonne corrélation ($r = 0,94$ pour 31 crues) entre lames observées et lames calculées. Cette corrélation permet de calculer une lame ruisselée décennale qui est légèrement inférieure à celle déterminée lors de l'étude classique du bassin (34,3 mm contre 37,7 mm). Cette différence peut provenir d'un changement du comportement hydrologique du bassin résultant d'une augmentation des zones cultivées entre 1962-63 et 1987.

1.2 - Côte-d'Ivoire

Les mesures se sont poursuivies sur le bassin de Booro, avec notamment une campagne de pluies simulées destinée à mettre en évidence la variabilité spatiale de l'infiltration. Pour ce faire sur un hectare, considéré comme homogène par le pédologue qui a fait l'analyse structurale de ce bassin, 35 couples de parcelles ont été implantées. Chaque couple comprend une parcelle "naturelle" et à proximité immédiate une parcelle dont la surface a été recouverte par un mulch. La première parcelle permet de mesurer l'influence des états de surface sur l'infiltration, la seconde est destinée à chiffrer l'influence des caractéristiques intrinsèques du sol sur l'infiltration. Cette campagne qui s'est déroulée en avril 87 est en cours d'interprétation.

Parallèlement à ces mesures, l'étude de l'influence de la végétation sur l'infiltration s'est poursuivie. Deux parcelles implantées depuis plus d'un an, font l'objet chaque mois d'une pluie simulée standard après que l'état d'humectation du sol ait été ramené à chaque fois au même niveau. Les résultats comparés de ces différents tests mensuels permettront de dégager le rôle de l'état de la végétation et de l'activité mésofaunique sur l'infiltrabilité.

1.3 - Burkina-Faso

Dans le cadre d'une étude des systèmes agro-pastoraux dans la région de Bidi (Nord-Ouest de Ouahigouya) menée par un agronome, un géographe, un écoéthologue et des hydrologues, des mesures de la dynamique de l'eau et des matières solides sont faites à différentes échelles : bassins versants de 150, 50 et 2 km², parcelles cultivées de 3 000 m² et petites parcelles de simulation de pluie de 1 m². La dynamique de l'eau est reliée aux états de surface déterminés sur le terrain mais aussi par télédétection (Images SPOT). Une attention particulière est portée à l'influence des aménagements cultureux sur le bilan hydrique des sols. Des observations classiques d'hydrologie (relations pluie-ruissellement) ont été faites au cours des saisons des pluies 85 et 86 sur les bassins versants. Des mesures de ruissellement et de transport solide ont été faites sur des parcelles cultivées avec différents aménagements anti-érosifs ou destinés à favoriser

l'infiltration, qui est suivie régulièrement par des mesures neutroniques. Pour compléter ce dispositif, des mesures sous pluies simulées ont été entreprises au cours de la saison sèche 87, après une cartographie des états de surface (VALENTIN, 1987) destinée à l'implantation des parcelles mais aussi à servir de "vérité sol" à la cartographie par télédétection.

1.4 - Niger

Le rapport rendant compte des résultats obtenus sous pluies simulées sur le bassin de Banigorou a été publié (GATHELIER et al., 1987). Ce bassin était intéressant à étudier car il réunit les conditions les plus défavorables à l'application du "modèle simulateur" : large fraction de l'amont du bassin plus ou moins endoréique, moitié aval du bassin inondée en saison des pluies et constituée de sols présentant de larges fentes de retrait, difficiles à tester sous pluies simulées, réseau hydrographique très dégradé pour ne pas dire inexistant sur une grande partie du bassin. Malgré ces conditions très défavorables, la relation entre les lames ruisselées observées et celles calculées à partir des fonctions de production du ruissellement déterminées sous pluies simulées, s'avère excellente et la détermination de la crue décennale apparaît tout aussi fiable que celle résultant de l'étude classique du bassin.

Comme nous l'avions signalé dans notre précédent rapport, le rapatriement sanitaire du chercheur responsable du programme au Niger n'a pas permis la reprise du bassin de Kountkouzout pendant la saison des pluies 86. Nous avons cependant profité de la saison sèche 87 pour réinstaller ce bassin (station de jaugeage, limnigraphe, pluviomètres et pluviographes) et pris les dispositions nécessaires pour que cette étude puisse être faite pendant la saison des pluies 87.

1.5 - Mali

Une mission de deux pédologues spécialisés (JANEAU-VALENTIN) a permis de cartographier les bassins du DOUNFING (représentatif du plateau Mandingue des environs de Bamako) de TIN-ADJAR (caractéristique des regs argilo-sableux du Gourma) et du FARAKO (représentatif des grès perméables du Sud-Est du Mali). Cette mission avait pour but la

reconnaissance des états de surface du Mali, afin de vérifier s'ils étaient similaires à ceux étudiés au Burkina Faso et au Niger. Il semble que les états de surface reconnus dans 3 zones caractéristiques d'une grande partie du pays ne soient pas significativement différents de ceux déjà étudiés. Seule une zone à taux de gravillons libres (gravillons posés à la surface du sol et non enchassés dans une pellicule) très important (80 %) trouvée sur le bassin du Dounfing ne semble pas avoir d'équivalent dans les autres pays étudiés où ce taux dépasse rarement 50 %. Les observations de terrain montrent un très faible ruissellement sur cette zone ce qui est conforme aux mesures faites en zone forestière où on a montré que l'infiltration augmentait avec le taux de gravillons en surface. Ces bassins devraient également servir, ultérieurement, de test à la méthode de reconstitution de l'écoulement à partir du répertoire des états de surface.

1.6 - Répertoire des états de surface

Une analyse des résultats obtenus sous pluies simulées sur 85 parcelles du Burkina-Faso et du Niger (en tenant compte des résultats obtenus sur les parcelles des autres pays) a permis de déterminer les principaux types de surfaces élémentaires rencontrées en zone sahélienne et les valeurs caractéristiques de l'infiltration correspondant à chacun de ces types. Pour l'instant, 11 grands types d'états de surface ont été définis. A l'intérieur de certains de ces groupes des éléments "modulateurs" (végétation, rugosité, texture) ont été introduits pour pouvoir rendre compte de la diversité des situations rencontrées. Les critères d'identification de ces différents groupes sont les suivants :

A- Surfaces cultivées

A.1- groupe 1 : porosité vésiculaire 30 %

K_i (coefficient d'infiltration sur l'ensemble du protocole) = 15 - 25 %

Si la rugosité en surface (microrelief) est très forte
 K_i = 40 - 60 %

A.2- groupe 2 : porosité vésiculaire de 5 à 30 %

K_i = 40 - 60 %

Si le sol est argileux K_i = 15 - 25 %

Si la rugosité est forte K_i = 60 - 75 %

A.3- groupe 3 : porosité vésiculaire $< 5 \%$

Ki = 60 - 75 %

Si la couverture végétale est supérieure à 50 % Ki = 80 - 95 %

B- Surfaces naturelles (non ou peu anthropisées)

B.1- forte activité faunique (+ de 20 % de Turricules de vers en surface)

B.1.1 - groupe 4 - plus de 20 % de Turricules et 30 % de placages de termites

Ki = 85 - 100 %

B.1.2 - groupe 5 - plus de 20 % de Turricules et moins de 30 % de placages de termites

Ki = 70 - 85 %

B.2- faible activité faunique

B.2.1 - charge grossière (gravillons, graviers, cailloux) $< 40 \%$ en surface

B.2.1.1 - groupe 6 - Surfaces sans réorganisations superficielles.

Ki = 40 - 50 %

Si la couverture végétale est supérieure à 50 % Ki = 65 - 75 %

B.2.1.2 - groupe 7 - pellicule structurale à 2 micro-horizons

Ki = 35 - 50 %

Si la couverture végétale est supérieure à 50 % Ki = 60 - 75 %

B.2.1.3 - groupe 8 - pellicule à trois micro-horizons

Ki = 15 - 25 %

Si la couverture végétale est supérieure à 50 % Ki = 45 - 55 %

B.2.1.4 - groupe 9 - pellicule d'érosion

Ki = 10 - 20 %

Sur sol sableux Ki = 20 - 30 %

B.2.1.5 - groupe 10 - pellicule de dépôts fins

$K_i = 45 - 55 \%$

Si la pellicule est posée sur une surface réorganisée

$K_i = 20 - 35 \%$

B.2.2 - charge grossière $> 40 \%$

groupe 11 - $K_i = 5 - 15 \%$

Si le taux de gravillons libres (non enchassés dans la pellicule) est supérieure à 60% $K_i = 15 - 30 \%$

Ces critères d'identification sont synthétisés dans le schéma ci-après.

Dans le rapport final chaque groupe, ou sous-groupe, sera caractérisé par les critères d'infiltration suivants :

K_i = coefficient d'infiltration pour l'ensemble du protocole
 K_{i0} = " " " " pour un sol sec ($I_K = 0$)
 K_{i20} = " " " " très humecté ($I_K = 20$)
 I_l = Intensité limite de ruissellement pour un sol saturé
 P_{is} = Pluie d'imbibition pour un sol sec
 P_{ih} = " " " " saturé

1.7 - Exemple d'application des mesures sous pluies simulées

Afin d'illustrer l'utilisation des mesures sous pluies simulées, nous avons fait tourner un modèle de simulation du bilan hydrique des cultures pluviales (FOREST, 1984) pour une variété de Mil 90 jours en utilisant la pluviométrie de Niamey des années 1905 à 1982. Ce modèle en comparant les besoins en eau des cultures à l'évapotranspiration réelle simulée permet de définir un indice de satisfaction des besoins en eau.

Si on introduit dans le modèle les valeurs standard définies par FOREST pour un sol argileux travaillé de façon superficielle (coefficient de ruissellement de 40% et pluie d'imbibition de 10 mm), le coefficient moyen de satisfaction pour la période est de $0,63$. Si on introduit dans le modèle, la fonction de production du ruissellement déterminée sous pluie simulée sur la parcelle 7 du bassin de Kountkouzout qui correspond à un sol argileux travaillé de façon superficielle, le coefficient moyen de satisfaction tombe à $0,40$.

BIBLIOGRAPHIE

- GATHELIER (R.), GIODA (A.), CASENAVE (A.) - 1987 - Etude des relations pluies-débits à l'aide d'un simulateur de pluie. Bassin de Banigorou. ORSTOM, Niamey.
- JANEAU (J.L.) - 1986 - Esquisse au 1/50.000 des états de surface du bassin versant de Nadjoundi - ORSTOM, Adiopodoumé.
- SMAOUI (A.) - 1987 - Rapport de stage. Etude sous pluies simulées du bassin de Nadjoundi - ORSTOM, Lomé.
- VALENTIN (C.), JANEAU (J.L.) - 1987 - Compte rendu de mission au Mali. Cartographie des états de surfaces des bassins du Dounfing, de Tin Adjar et du Farako - ORSTOM, Adiopodoumé.

ANNEXE

Rapport financier

Dépenses engagées pendant le premier semestre 1987
en Francs Français

Personnel : Burkina-Faso, Côte-d'Ivoire, France, Niger, Togo.

Nom	Catégorie	Durée en mois	Tarif unitaire	Total
A. CASENAVE	Chercheur senior Outre-Mer	2	67 915,00	135 830,00
C. VALENTIN	"	1	"	67 915,00
J.M. LAMACHERE	"	1	"	67 915,00
J. ALBERGEL	Chercheur senior France	1	30 800,00	30 800,00
P. MAILHAC	Technicien Outre-Mer	2	41 425,00	82 850,00
J.L. JANEAU	"	2	"	82 850,00
J.M. DELFIEU	"	2	"	82 850,00
A. SMAOUI	Elève	3	p.m.	p.m.
O. PLANCHON	Allocataire	3	"	"
			Total	551 010,00
	Personnel local	16 4 x 2 pays x 2 mois	1 000,00	16 000,00
	Main d'oeuvre temporaire			16 632,00
T O T A L				583 642,00

- Déplacements. Mission hors du pays d'affectation

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
A. CASENAVE	Rappel sur mission Dakar-Abidjan	1-12 au 11-12-86	Dakar-Abidjan	1 329,36
A. CASENAVE	Préparation des campagnes 87	7-01 au 17-01-87	Ouagadougou Niamey	7 209,10
C. VALENTIN	Cartographie états de surface bassin Bidi	30-01 au 11-02-87	Ouagadougou	8 133,68
A. CASENAVE	Etude du bassin de Bidi	15-02 au 18-02-87	Ouagadougou	3 068,00
A. CASENAVE	Répertoire des états de surface	24-02 au 7-03-87	Paris	8 053,40
A. CASENAVE	Répertoire des états de surface	16-03 au 26-03-87	Abidjan	8 486,82
J.L. JANEAU	Cartographie des états de surface	16-03 au 1-04-87	Bamako	10 511,00
C. VALENTIN	Cartographie des états de surface	23-03 au 1-04-87	Bamako	8 088,80
J.L. JANEAU	Description parcelles Dapaong	25-04 au 30-04-87	Lomé	3 556,50
TOTAL A				58 436,66

. Déplacements dans le pays d'affectation**Togo**

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
P. MAILHAC	Etude du bassin de Dapaong	20-01 au 3-03-87	Dapaong	10 072,52
A. SMAOUI	"	20-01 au 3-03-87	"	8 790,72
D. LAMBONI	"	20-01 au 3-03-87	"	3 604,00
D. JOHNSON	"	20-01 au 3-03-87	"	4 879,00
L. SEGUIS	"	26-02 au 3-03-87	"	1 137,64
K. MAHOUGNON	"	26-02 au 3-03-87	"	466,40
A. SMAOUI	"	26-04 au 27-04-87	"	682,56
TOTAL B				29 632,84

Burkina-Faso

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
J.M. DELFIEU	Etude du bassin de Bidi	20-02 au 4-03-87	Bidi	2 905,50
J.B. KOUDOUGOU	"	20-02 au 25-02-87	"	154,36
J.M. LAMACHERE	"	2-02 au 6-02-87	"	1 198,08
O. SANGARE	"	20-02 au 7-03-87	"	864,80
TOTAL C				5 122,74

Côte-d'Ivoire

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
J.M. LAPETITE	Etude du bassin de Booro	2-01 au 10-01-87	Borotou	2 269,42
Y. N'GUESSAN	"	5-01 au 9-01-87	"	224,00
K. KOUAME	"	18-01 au 25-01-87	"	411,60
Y. N'GUESSAN	"	18-01 au 24-01-87	"	288,00
J.L. JANEAU	"	26-01 au 30-01-87	"	1 252,10
C. VALENTIN	"	27-01 au 30-01-87	"	1 236,40
E. KONAN	"	26-01 au 20-02-87	"	1 694,00
Y. N'GUESSAN	"	2-02 au 8-02-87	"	288,00
O. PLANCHON	"	9-02 au 22-02-87	"	4 460,56
J.L. JANEAU	"	9-02 au 28-02-87	"	6 338,68
G. KOUASSI	"	10-02 au 4-03-87	"	1 072,00
M. MOBIO	"	10-02 au 14-02-87	"	224,00
Y. KOUAKOU	"	11-02 au 8-03-87	"	1 344,00
K. KOUAME	"	12-02 au 4-03-87	"	1 195,60
Y. N'GUESSAN	"	15-02 au 22-02-87	"	336,00
M. BERTHELOT	"	25-02 au 8-03-87	"	4 636,80
O. DOGUIME	"	28-02 au 8-03-87	"	416,00
Y. N'GUESSAN	"	1-03 au 8-03-87	"	336,00
C. VALENTIN	"	3-03 au 5-03-87	"	1 345,30
O. PLANCHON	"	9-03 au 15-03-87	"	1 721,62
Y. N'GUESSAN	"	14-03 au 21-03-87	"	288,00
G. KOUASSI	"	17-03 au 21-03-87	"	192,00
TOTAL D				31 570,08

- Amortissement matériel durable

Type de matériel	Durée d'utilisation	Prix d'achat	Amortissement 20 % par an
Ordinateur IBM-PC	6 mois	69 880,00	6 988,00
Sonde à neutron et tensiomètres	3 mois	84 804,96	4 240,25
Véhicules 404	2 x 4 mois	188 800,00	25 184,00
T O T A L		=	36 412,25

- Matériel non durable (Côte-d'Ivoire, Niger, Togo, Burkina-Faso)

Nature	Coût
Essence	48 583,62
Divers	175 769,92
T O T A L	224 353,54

R E C A P I T U L A T I F

Personnel	583 642,00
Déplacements	124 762,32
Matériel durable	36 412,25
Matériel non durable	224 353,54

TOTAL GENERAL

969 170,11