

7ème journée du RESEAU EROSION 10 septembre 1990, Montpellier

Contribution de Mr. J.C.J. VLAAR  
Université Agronomique de Wageningen  
Dept. d'irrigation et de CES  
Nieuwe Kanaal 11, 6709 PA Wageningen  
Pays-Bas

#### CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS AU SAHEL

Quelques informations sont données dans cette communication sur deux projets de recherche dans le domaine de la CES/DRS sur le Plateau Central du Burkina Faso. Les deux projets sont exécutés par le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH, Ouagadougou) en collaboration avec l'Université Agronomique de Wageningen (programme Sahel).

#### 1. Projet de recherche sur l'impact d'un aménagement de CES/DRS au niveau de petits bassins versants à Namsiguia (CIEH - UAW - PEDI - CRPA du centre-nord) BURKINA FASO

La recherche a commencé en 1988 sur deux bassins versants voisins de 43 ha chacun, l'un aménagé et l'autre non-aménagé (témoin). La taille des bassins versants était choisie ainsi parce que peu de recherches ont été faites jusqu'ici sur cette échelle.

Deux communications sur ce projet sont jointes au présent rapport:

-La première communication a été présentée à un atelier sur l'aménagement des terroirs, organisé à Ouagadougou par le CEFIGRE du 12 au 16 juin 1989. Elle traite des problèmes d'organisation des travaux d'aménagement qui précédaient la première campagne de mesures;

-La deuxième communication a été présentée aux journées scientifiques, organisées à Ouagadougou par l'UREF/AUPELF du 12 au 15 mars 1990. Elle traite de la méthodologie et des premiers résultats de la recherche (campagnes 1988 et 1989).

La recherche continue cette année (1990) avec tous les deux bassins versants aménagés avec les mêmes types d'ouvrages. Ce n'est qu'après cette campagne de mesures que quelque chose de définitif pourra être conclu concernant la comparaison des deux bassins versants.

2. Projet de recherche sur l'impact hydrologique et agricole des digues filtrantes dans la région de Rissiam (près de Kongoussi) sur le Plateau Central du Burkina Faso

Cette recherche a été exécutée par le CIEH et l'UAW en collaboration avec l'AFVP pendant les campagnes agricoles de 1986, 1987 et 1988. Comme les trois campagnes de la recherche coïncidaient avec une année de pluviosité moyenne (1986), une année relativement sèche (1987), et une année relativement humide (1988), les résultats permettent de se prononcer sur l'impact hydrologique et agricole dans ces différentes conditions (VLAAR et WESSELINK (1990)).

Une digue filtrante est un ouvrage construit en pierres libres ou (à titre exceptionnel) en gabions, situé dans un thalweg ou bas-fond, où les eaux de ruissellement se concentrent pendant les grandes pluies et quelques heures après. La digue filtrante sert à freiner et épandre les eaux de crue sur un champ d'épandage ou côté amont, ce qui augmente l'infiltration et provoque une sédimentation de terre, deux phénomènes favorables à la culture pratiquée sur ce champ, qui est le plus souvent du sorgho. Les dimensions des digues filtrantes varient beaucoup selon la forme du thalweg/bas-fond: la hauteur ne dépasse généralement pas 2 mètres au centre du thalweg et diminue vers les côtés. La largeur ne dépasse généralement pas 4 mètres; la longueur varie d'habitude entre 40 et 200 mètres. La digue peut être toute droite, mais aussi courbée, de sorte qu'elle suit plus ou moins une ligne de courbe de niveau. Dans ce dernier cas, on l'appelle aussi "digue d'épandage". L'espacement entre des digues filtrantes en succession dans un thalweg/bas-fond dépend surtout de la pente longitudinale qui varie entre 0,5 et 1,5%, comme la superficie du champ d'épandage en amont d'une digue, qui varie généralement entre 0,2 et 5 ha. Le coût de construction de ces ouvrages varie entre 20.000 et 100.000 F CFA par ha, non comprise la rémunération d'une main-d'oeuvre non professionnelle fournie par les bénéficiaires, qui varie entre 100 et 400 homme-jours par ha aménagé (BRASSER et VLAAR (1990)).

Les résultats de la recherche, qui sont basés sur un échantillon de quatre digues filtrantes, sont assez frappants: L'augmentation des rendements de sorgho au côté amont de la digue varie, selon la digue et selon l'année entre 0,5 et 1,5 t/ha. Les plus grandes augmentations sont trouvées en année relativement sèche. En réalité, les bénéfices sont encore plus grands quand des parties de terrain abandonnées (berges) sont récupérées pour les cultures par la construction d'une digue filtrante; parfois, il s'agit de sites entiers récupérés. L'augmentation des rendements, qui doit être attribué à une amélioration de l'alimentation des plants en eau ainsi qu'en éléments nutritifs apportés par la sédimentation en amont des digues, est beaucoup moins prononcée en une année humide qu'en une année sèche, surtout pour des sites avec un drainage difficile: bas-fonds avec des pentes longitudinales faibles et des sols relativement lourds. Localement, des problèmes de drainage peuvent même provoquer une baisse de rendement.

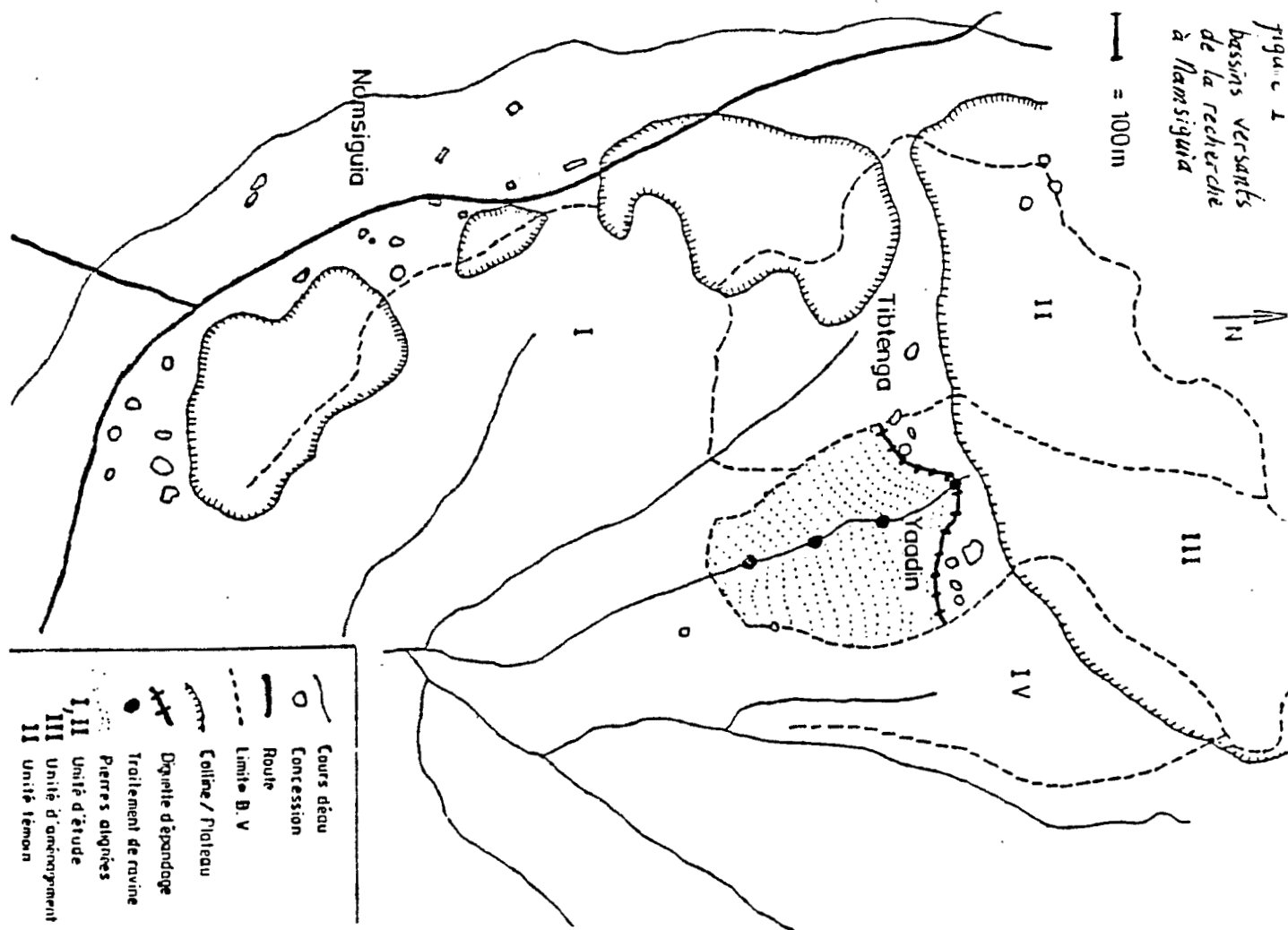
Du point de vue des paysans qui cultivent à la fois des parcelles dans un thalweg en amont d'une digue filtrante, et des parcelles sur des terres hautes, l'intérêt de la digue filtrante est très grand pendant les années sèches quand, contrairement aux parcelles hautes, la digue filtrante assure une bonne récolte, et ceci sans apport de fumier ou d'engrais. C'est cette sécurité des rendements qui explique entre autres l'intérêt des paysans aux digues filtrantes (BRASSER et VLAAR (1990)).

#### REFERENCES

BRASSER, M. et VLAAR, J.C.J., 1990. Aménagement de conservation des eaux et des sols par digues filtrantes; expérimentations dans la région de Rissiam, Burkina Faso, 1986-1989. Tome 2: aspects socio-économiques. Ouagadougou, Burkina Faso: CIEH, 81 pp.

CIEH-AFVP, 1987. Les digues filtrantes: aménagement de conservation des eaux et des sols. 1ère année d'expérimentations dans la région de Rissiam. Ouagadougou, Burkina Faso: CIEH.

VLAAR, J.C.J. et WESSELINK, A.J., 1990. Aménagement de conservation des eaux et des sols par digues filtrantes; expérimentations dans la région de Rissiam, Burkina Faso, 1986-1989. Tome 1: aspects techniques et agronomiques. Ouagadougou, Burkina Faso: CIEH.



**ATELIER UREF/AUPELF SUR :**  
**"L'UTILISATION RATIONNELLE DES EAUX**  
**DES PETITS BASSINS VERSANTS"**

Duagadougou, 12-15 Mars 1990

6

Contribution de Monsieur J.C.J. VLAAR du C.I.E.H. (1) :  
"Impact d'un aménagement CES/DRS sur le ruissellement,  
l'érosion et les rendements agricoles au niveau d'un petit bassin  
versant à Namsiguia (Burkina Faso)" ;  
résultats de 2 années de recherche

(1) Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH)  
01 BP. 369 - OUAGADOUGOU 01 (Burkina Faso)

INTRODUCTION ET OBJECTIF DE LA RECHERCHE

Depuis 1988, deux petits bassins versants de plus ou moins 40 ha chacun ont été équipés à Namsiguia par le CIEH en collaboration avec le CRPA du Centre Nord (financement projet PEDI), avec des dispositifs de mesure des ruissellements et des transports solides. Un de ces deux bassins versants, qui se ressemblent du point de vue morpho-pédologique, avait été aménagé par les paysans avec des traitements de CES/DRS, l'autre restant non-aménagé (témoin).

L'objectif de la recherche est d'évaluer d'une façon quantitative l'impact des traitements de CES/DRS sur l'hydrologie, sur l'érosion/sédimentation et sur les rendements agricoles.

Les types d'ouvrages concernés sont les alignements de pierres sur les parcelles agricoles, et les digues filtrantes dans le thalweg.

Avant la présentation des bassins versants, des dispositifs et des résultats des campagnes agricoles 1988 et 1989, les hypothèses à tester par la recherche sont présentées.

HYPOTHESES SPECIFIQUES DE LA RECHERCHE

La méthodologie de la recherche est basée sur un complexe d'hypothèses liées entre-elles. On discutera les hypothèses spécifiques pour les domaines de l'hydrologie, de l'érosion/sédimentation et de l'agronomie.

Dans le domaine de l'hydrologie l'application de la technique des digues filtrantes et des pierres alignées est basée sur l'hypothèse que :

HYPOTHESE 1

LES OUVRAGES ANTI-EROSIFS REDUISENT LE RUISSellement SUPERFICIEL

En présence des ouvrages la vitesse de l'eau ruissellante est réduite. Le temps de séjour de l'eau ruissellante étant allongé, une plus grande partie de l'eau précipitée s'infiltré. Par conséquent la partie de l'eau précipitée ruissellante est réduite.

Dans le domaine de l'érosion et de sédimentation on suppose d'abord que :

HYPOTHESE 2

L'EROSION HYDRIQUE EST PLUS IMPORTANTE QUE L'EROSION EOLIENNE

L'Erosion hydrique est composée de l'érosion provoquée par les gouttes de pluie (l'érosion splash), et de l'érosion provoquée par le ruissellement superficiel (l'érosion en nappe.

en rigole et en ravinement). Les ouvrages réduisant le ruissellement superficiel, seulement l'érosion provoquée par ce ruissellement peut être influencée. Les facteurs qui déterminent l'érosion éolienne et l'érosion splash ne sont pas influencés par la présence des ouvrages anti-érosifs.

La réduction du ruissellement superficiel mène à l'hypothèse que :

#### HYPOTHESE 3

LES OUVRAGES ANTI-EROSIFS REDUISENT L'EROSION NETTE AU NIVEAU D'UN BASSIN VERSANT ET QUE :

#### HYPOTHESE 4

LES OUVRAGES ANTI-EROSIFS PROVOQUENT LA SEDIMENTATION EN COTE AMONT

En supposant que la vitesse de l'eau ruissellante est assez réduite et que la concentration de particules transportées par l'eau est assez élevée, il y aura sédimentation en amont d'un obstacle, étant l'ouvrage. En aval on peut s'attendre à l'érosion, comme l'eau est sous pression et comme la concentration de particules de sol est plus basse qu'en amont. Un changement du profil de la pente aura lieu, jusqu'à un nouveau équilibre dynamique se soit installé. Ce processus fait en sorte que la quantité d'eau ruissellante est réduite, et l'érosion diminue sur le versant concerné.

On applique la technique des pierres alignées et des digues filtrantes seulement dans les champs cultivés, qui se trouvent sur le glacis inférieur du bassin versant. Bien que ce choix a été fait pour des raisons qui sont liées à la motivation des paysans, l'hypothèse qui mérite d'être testée est que :

#### HYPOTHESE 5

L'EROSION SUR LE GLACIS INFÉRIEUR EST PLUS IMPORTANTE QUE L'EROSION SUR L'IMPLUVIUM DU BASSIN VERSANT

Dans le domaine de l'agronomie l'hypothèse la plus importante est que :

#### HYPOTHESE 6

LES OUVRAGES ANTI-EROSIFS AUGMENTENT LES RENDEMENTS AGRICOLES

ce qui est basé sur les hypothèses suivantes :

#### HYPOTHESE 7

UNE AUGMENTATION DE L'EAU DISPONIBLE DANS LA ZONE RACINAIRE ENGENDRE UNE AUGMENTATION DES RENDEMENTS

et :

#### HYPOTHESE 8

LES OUVRAGES ANTI-EROSIFS AUGMENTENT LA DISPONIBILITÉ EN EAU DANS LA ZONE RACINAIRE EN INFLUENçant LES FACTEURS LIMITANT

La disponibilité en eau dans la zone racinaire dépend du transport d'eau de différentes sources et de la capacité de rétention du sol. Une des sources est l'infiltration dont la quantité dépend des caractéristiques pluviométriques (durée, intensité), des caractéristiques physiques du sol (notamment la porosité) et le temps de séjour des eaux de ruissellement sur place.

La quantité infiltrée est augmentée en présence des ouvrages (voir hypothèse 1). En supposant que la capacité de rétention n'est pas atteinte, il y aura une augmentation de l'eau disponible dans la zone racinaire. Néanmoins, si le réservoir est déjà rempli, il n'y aura aucun effet additionnel. Le surplus d'eau sera drainé verticalement ou obliquement.

La sédimentation supposée en amont des ouvrages (voir hypothèse 4) pourrait changer les caractéristiques physiques du sol, notamment la capacité d'infiltration et la capacité de rétention de la zone la plus superficielle du sol. Il est alors important de déterminer le facteur limitant pour la disponibilité en eau et l'influence des ouvrages anti-érosifs sur ce facteur.

### LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental consiste de deux bassins versants qui se trouvent l'un à côté de l'autre. La partie amont des bassins versants est un plateau latéritique enduré en surface, sans champs de culture et avec peu de végétation. Elle sert d'impluvium pour la partie aval, le glacis inférieur, avec des sols sableux et sablo-limoneux, qui sont cultivés par les paysans (mil, sorgho, maïs). Deux quartiers d'habitation se trouvent juste à l'aval de l'escarpement entre plateau et glacis. Les deux bassins versants (BV II et BV III) sont montrés en figure 1. La limite côté aval des bassins versants est formée par les ouvrages de mesure des débits et leurs digues latérales, construits pour la recherche.

Bassin versant BV III a été aménagé par les paysans avec des alignements de pierres sur les champs et des digues filtrantes (digue d'épandage de crue) dans le thalweg. Cet aménagement se limite donc à la partie aval (15.3 ha) du bassin versant.

Quelques données sur les caractéristiques des bassins versants sont présentées dans Tableau 1.

**Tableau 1 : Quelques caractéristiques des bassins versants expérimentaux à Namsiguia**

	BV II	BV III (aménagé)
Superficie plateau	28.0 ha	23.0
Superficie glacis inférieur	15.3 ha	20.7
<b>Superficie total</b>	<b>43.3 ha</b>	<b>43.7</b>
pente moyenne	3.6 %	3.1 %
pente glacis inférieur	1.2 %	1.1 %

A part la mesure des débits et des sédiments en suspension au niveau des ouvrages de mesure, le dispositif expérimental consiste d'un certain nombre de micro-parcelles équipées de tensiomètres pour le suivi de l'humidité du sol, et de piquets pour le suivi de l'érosion/sédimentation au niveau des parcelles et des ouvrages individuels. Les cultures (mil) ont été suivies sur ses mêmes micro-parcelles.

## RESULTATS ET DISCUSSION

L'interprétation des résultats est basé sur l'hypothèse que les deux bassins versants se ressemblent du point de vue morpho-pédologique et hydrologique, ce qui reste à vérifier par l'aménagement du deuxième bassin versant, et au moins une année de mesures après cet aménagement (ce qui est prévu pour 1990).

### 1. Pluviométrie et cultures

Tableau 2 montre que les campagnes 1988 et 1989 ont été relativement pluvieuses. La pluviométrie en 1988 (total 768 mm) a été très abondante, tandis qu'en 1989 la pluviométrie (total 537 mm) a été bonne du point de vue de sa répartition dans le temps (voir tableau 2). Pour cette raison les cultures de mil ont bien réussi, aussi bien sur les champs aménagés que sur les champs non-aménagés. En fait, on a pu enregistrer une humidité de sol légèrement plus élevée dans les parcelles aménagées, mais ceci n'a pas abouti à des différences significatives des rendements des cultures. Pour cette raison, les résultats du suivi agronomique ne sont pas présentés en détail ici.

**Tableau 2 : Pluviométrie mensuelle à Namsiguia 1984-1989**

ANNEE :	1984 (mm)	1985 (mm)	1986 (mm)	1987 (mm)	1988 (mm)	1989 (mm)
AVRIL	0	0	0	0	85	0
MAI	44	3	6	17	0	15
JUIN	62	44	91	159	91	11
JUILLET	178	145	115	82	183	164
AOUT	90	201	138	131	327	235
SEPT.	77	94	122	199	106	102
OCT.						9
<b>TOTAUX</b>	<b>452</b>	<b>493</b>	<b>472</b>	<b>571</b>	<b>768</b>	<b>537</b>

### 2. Le ruissellement

L'évaluation des ruissellements se fait à l'aide des débits enregistrés à l'exutoire (ouvrage de mesure) des bassins versants. En 1989 il y a eu 9 pluies qui ont provoqué de écoulements à ce niveau, sur un total de 47 pluies enregistrées. Tableau 3 montre les dates, les hauteurs et les intensités (sur 30 min.) de ces 9 pluies, avec les écoulements qu'elles ont provoqués (exprimé par le coefficient de ruissellement). Les résultats montrent que en moyenne, le bassin versant aménagé (BV III) a un coefficient de ruissellement qui est 30 % plus bas par rapport à celui du bassin versant non aménagé (BV II).

En ce qui concerne la forme des hydrogrammes (caractéristique d'écoulements), on a constaté que :

- le temps entre le début de la pluie et le début l'écoulement est en moyenne 37 % plus court pour le bassin versant non-aménagé
- le temps total de l'écoulement (temps de base) est en moyenne 22 % plus long pour le bassin versant non-aménagé
- le débit de crue maximal est en moyenne 38 % plus élevé pour le bassin versant non-aménagé (voir hydrogrammes figure 2).

**Tableau 3 : Ruissellements en 1989**

date	précipitation (mm)	Inax, 30 min. (mm/h)	COEFF. DE RUISS. EN %		réduction du ruiss. par rapport à BV II (%)
			Bassin II	Bassin III	
1/7	23.8	43.4	18.0	15.2	16
8/7	38.8	42.4	18.9	12.9	32
12/7	15.9	30.6	23.5	13.7	42
29/7	24.8	48.0	14.5	5.9	59
1/8	16.2	33.2	5.0	4.9	2
4/8	52.1	49.0	20.9	15.7	25
6/8	27.8	38.7	15.2	7.8	50
14/8	34.7	36.8	3.1	1.7	45
16.8	25.9	33.4	13.4	4.6	66
Total	(259)	moyennes :	14.7	9.1	38
pour toute l'année	(537)		7.4	4.7	36

### 3. Les transports solides

Les mesures à l'aide de piquets au niveau des micro-parcelles n'étant pas réussies pour des raisons méthodologiques, seulement les résultats des mesures au niveau des bassins versants entiers sont présentés ici. Les mesures au niveau de l'exutoire sont composées de trois éléments :

1. la terre en suspension dans l'eau ruissellant qui quitte le bassin versant à travers l'ouvrage de mesure
2. la terre attrapée dans le piège à sédiment juste en amont de cet ouvrage
3. la terre qui s'est sédimentée dans la zone d'inondation en amont de l'ouvrage.

Les résultats sont présentés en tableau 4.

**Tableau 4 : Transports solides en 1989**

	bassin versant II	bassin versant III	différence	idem en %
poids de terre en suspension (kg)	11.358	4.026	7.332	65
poids de terre attrapé dans le piège (kg)	1.063	385	698	65
poids de terre sédimenté en amont ouvrage (kg)	182.520	54.900	127.620	70
poids TOTAL	194.981	59.311	135.650	69
superficie BV (ha)	43.3	43.7		
superficie glacis inférieur (ha)	15.3	20.7		
perte de terre par ha (kg/ha)	4.502	1.378	3.211	70
perte de terre par ha de glacis inférieur (kg/ha)	12.742	2.865	9.877	77

On peut conclure que l'érosion dans le bassin versant aménagé est dans l'ordre de 70 % moins élevée que celle dans le bassin versant non aménagé.

### CONCLUSIONS

La quantification de l'efficacité de l'aménagement du type PEDI/SAER a été soumise à des problèmes méthodologiques et par conséquent les résultats ne sont que partiellement fiables et souvent difficilement interprétables. La grande variabilité spatiale du milieu physique s'ajoute aux inexactitudes des méthodes utilisées. On dispose cependant d'assez de résultats significatifs pour vérifier certains hypothèses. Les conclusions suivantes peuvent être formulées :

### HYDROLOGIE

Les ouvrages anti-érosifs réduisent le ruissellement superficiel au niveau du bassin versant et au niveau micro. La réduction moyenne du ruissellement, égale à l'augmentation moyenne de l'infiltration, est dans l'ordre de 37 % pour un orage abouissant à un écoulement et dans l'ordre de 20-40 % pour la saison pluvieuse entière.

-111-

### EROSION/SEDIMENTATION

Les ouvrages anti-érosifs réduisent l'érosion hydrique au niveau du bassin versant dans l'ordre de 60-70 %. Cela s'exprime par une réduction de la perte de terre totale pendant la saison pluvieuse, par la sédimentation visible en amont des digues filtrantes et des pierres alignées et par une récupération des sols complètement dégradés.

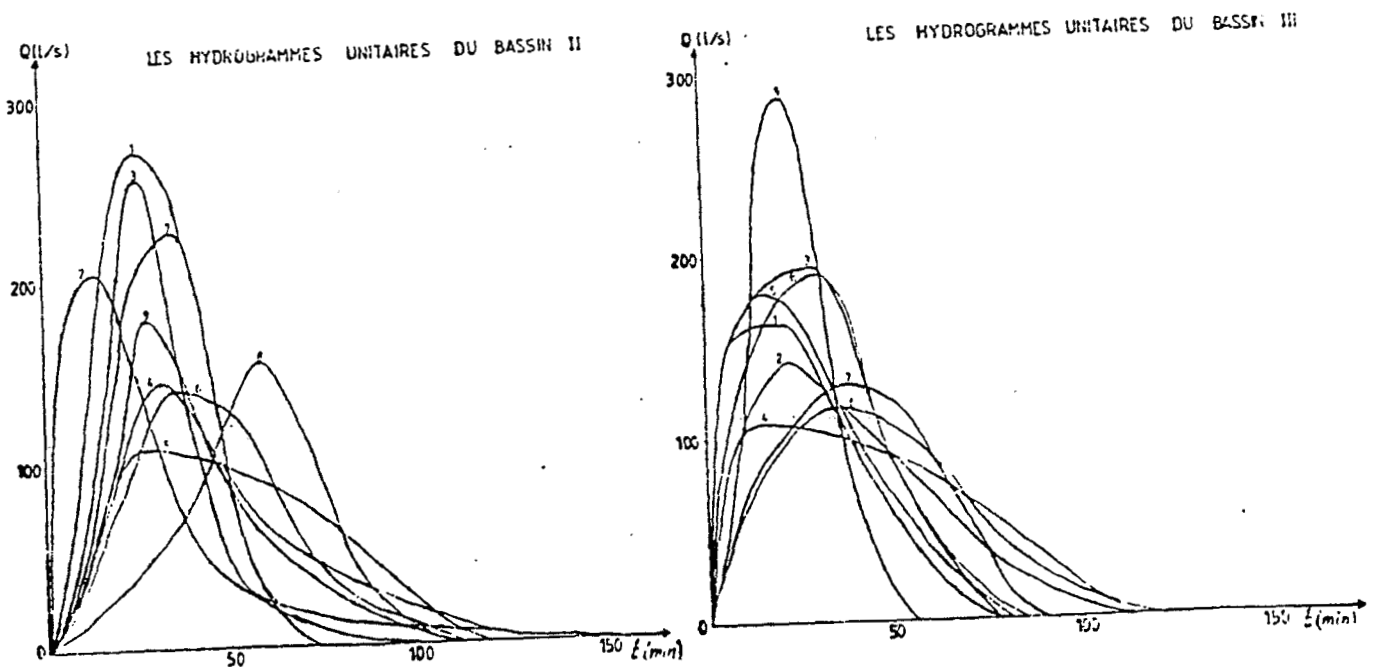
### AGRONOMIE

Les ouvrages anti-érosifs augmentent la disponibilité en eau dans la zone racinaire, par une réduction moyenne de longueur de périodes de déficit hydrique de 13 % à 15 cm de profondeur jusqu'à 27 % à 60 cm de profondeur.

La meilleure nutrition hydrique des plantes aux sites aménagés mènent à une meilleure croissance et un meilleur enracinement. Cependant surtout en amont de la digue filtrante il existe (pour la culture de mil peu adapté à une humidité élevée) de périodes de hydromorphie à cause des inondations en cas de début de saison très pluvieuse.

L'augmentation de l'eau disponible n'a pas eu d'effet favorable pour les rendements en paille et en grains secs. Surtout les différences de fertilité ont mené à une grande variation des rendements. Il semble alors que dans les années de bonne pluviométrie l'infertilité du sol limite les rendements, plutôt que la nutrition hydrique.

figure 2  
hydrogrammes des ruissellements à Kamsiquia, 1969





**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Vlaar, J. C. J. - Conservation des eaux et des sols au sahel, pp. 105-112, Bulletin du RESEAU EROSION n° 11, 1991.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)