

POTENTIEL DE PRODUCTION DE SEDIMENTS DANS LE BASSIN VERSANT DE DJITIKO (103 km²) ZONE SOUDANIENNE DU MALI SUD

Diallo Drissa¹, Didier Orange², Eric Roose³, Alain Morel⁴

1. IPR de Katibougou, doctorant UJF, Grenoble et IRD, Bamako

2. IRD (ex ORSTOM), LECOM BP 84, Bamako, Mali

3. IRD (ex ORSTOM), LCSC, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1, France

4. IGA, Univ. Joseph Fourier, 17 rue Gignoux, -38031 Grenoble cedex1, France

Résumé

Le ruissellement et l'érosion hydrique ont été mesurés sur des parcelles de 100 à 1000 m², pour modéliser le comportement hydrodynamique et la susceptibilité à l'érosion en fonction des paramètres physiographiques et des pratiques culturales, afin de construire des outils d'aide à la décision pour une meilleure gestion de la fertilité. Au cours de la campagne 1998, l'érosion a été mesurée sous jachère et sous culture sur des parcelles réparties entre 4 sites représentatifs des différents types de sol. La production de sédiments, calculée sur chaque unité de paysage puis sur l'ensemble du bassin versant (100 km²) à partir des cartes morphopédologiques et d'état de surface, varie en fonction des types de sol, de 1,2 à 3,9 t.ha⁻¹.an⁻¹ sous jachère, et augmente sous cultures pratiquées sur labour conventionnel de 9,9 à 15,8 t.ha⁻¹.an⁻¹. Les plus fortes érosions sont enregistrées sur sols ferrugineux quelle que soit l'occupation (jachère ou culture) et les plus faibles sur sols caillouteux. Le potentiel d'érosion, i.e. de pertes en terre, est estimé à 340 t.km⁻².an⁻¹. Cet ordre de grandeur est sans commune mesure avec l'érosion spécifique de 14 t.km⁻².an⁻¹ calculée à partir d'un suivi des exportations de matières solides par la rivière à l'exutoire du bassin (Droux *et al.*, 1997). Ces chiffres soulignent l'importance de la prise en compte des facteurs d'échelle lors de l'analyse des intensités d'érosion mesurées sur le terrain. En corollaire, cela justifie la recherche des chemins érosifs lors du transfert des matériaux érodés de l'amont vers l'aval dans un bassin versant, compréhension particulièrement importante pour une proposition efficace de stratégies de gestion des pertes en terre.

Mots clés : Mali, Zone soudanienne, Production de sédiments, Parcelles d'érosion, Pratiques culturales, Transfert d'échelle

Abstract

Runoff and flood erosion have been measured on field areas between 100 and 1,000 m², to model hydrodynamic behaviour and erosion potential in relationship with physiographic parameters and with cultural use, in focusing to build decision making tools to manage soil fertility. During the rainy season in 1998, soil losses have been recorded on 4 areas corresponding to soil categories, in jachere and in culture. Sediment production, calculated by landscape unity then for the whole catchment (about 100 km²) from morphopedologic and surface state maps, depends to soil category; it varies from 1.2 to 3.9 t.ha⁻¹.yr⁻¹ in jachere, and it increases in conventional labour culture, between 9.9 t.ha⁻¹.yr⁻¹ to 15.8 t.ha⁻¹.yr⁻¹. The most important erosion rates have been recorded on ferruginous soils, and the smallest one on the gravelly soils. The erosion rate, i.e. the soil loss capacity, is about 340 t.km⁻².yr⁻¹. This scale order is very largely superior than the specific erosion rate (14 t.km⁻².yr⁻¹) measured from the solid matters transported

by river waters at the basin output (Droux *et al.*, 1997). This difference underlines the necessity to consider the scale factor to analyse all measurements about erosion intensity. In consequence, the studies about erosion fields and erosion ways during the up-to-down transfert of the eroded solid matter in the hydrological catchment are particularly important to access at an efficient soil loss management strategy.

Key-words : Mali, Soudanian zone, Sediment yield, Sediment production on fields, Cultural practices, Scale transfer

INTRODUCTION

Dans la zone soudanienne du Mali Sud, la dégradation des sols par érosion hydrique semble être de plus en plus inquiétante suite à une rapide anthropisation conduisant à une saturation progressive des terroirs villageois. Cependant, la situation est fortement variable d'un point à l'autre, et une vision globale nécessaire pour le conseil en aménagement auprès des collectivités locales implique une prise en compte obligatoire de cette disparité spatiale avec une attention particulière aux transferts d'échelle dans l'interprétation des processus érosifs. A l'échelle des terroirs, le taux d'occupation des sols par les cultures évolue de moins de 10 % à plus de 50 % selon les secteurs.

Le bassin versant de Djitiko, situé en pays mandingue en zone climatique soudanienne à 100 km au SSW de Bamako (au Mali), se trouve encore à un niveau faible d'anthropisation ; la savane y occupe 90 % de la superficie de son bassin versant de 100 km². Mais une extension rapide des défriches s'observe sur le terrain depuis 1997. Dans un tel contexte, il devient particulièrement utile d'envisager la quantification et la prévision de l'érosion par ruissellement, en fonction des types d'utilisation des terres. Les données recherchées doivent permettre de comprendre le comportement hydrodynamique et la susceptibilité à l'érosion en fonction des paramètres physiographiques et des pratiques culturelles, afin d'aboutir à la construction d'outils d'aide à la décision (carte des risques d'érosion par exemple) pour l'aménagement des terroirs et le conseil aux collectivités rurales pour gérer les ressources renouvelables locales de façon à éviter les erreurs enregistrées ailleurs.

Le travail présenté ici ne porte pas sur une description des processus d'érosion du bassin versant, mais vise à montrer les réactions globales qu'on peut attendre d'un certain nombre de systèmes d'exploitation de ce milieu. Il s'appuie sur une analyse morphopédologique du bassin, une cartographie des états de surface et une campagne de mesures d'érosion sur parcelles. Enfin, une simulation de pertes en terre par ruissellement est réalisée à partir de ces données en fonction de scénarios de pratiques culturelles possibles dans le contexte actuel de ce bassin versant.

1. LE MILIEU D'ETUDE : LE BASSIN VERSANT DE DJITIKO

Le bassin versant de Djitiko (d'une superficie de 103 km²) est localisé entre 12°03' et 12°11' N, et 8°22' et 8°27' W. Il est situé à 80 km au sud de Bamako dans le bassin supérieur du fleuve Niger (figure 1), en domaine bioclimatique soudanien caractérisé par un régime pluviométrique monomodale. Il pleut 1000 ± 300 mm par an, principalement de mai à octobre ; le reste de l'année est sec. La végétation est une savane arborée (à *Vitellaria paradoxa*, *Parkia bigloboza*, *Isobertinia doka* et diverses combrétacées) avec un tapis graminéen très dense et essentiellement annuel. Le couvert ligneux est parfois discontinu à cause de la présence de grandes surfaces cuirassées, occupées alors essentiellement par le seul tapis graminéen.

Djitiko est le nom de la rivière principale ; trois villages occupent le bassin versant : Tiko, Ouronina (le plus grand) et Madina à l'exutoire (figure 1). Sous l'impulsion des services techniques du ministère de l'agriculture, les agriculteurs de Djitiko accordent de plus en plus de place à la culture du coton. Cela peut avoir, à moyen et long terme, des répercussions importantes sur l'utilisation des sols et la gestion de leur fertilité, le coton étant une plante exigeante. Déjà, dans les exploitations, le labour à la charrue est devenue une pratique générale de préparation du sol (Keita, 1997).

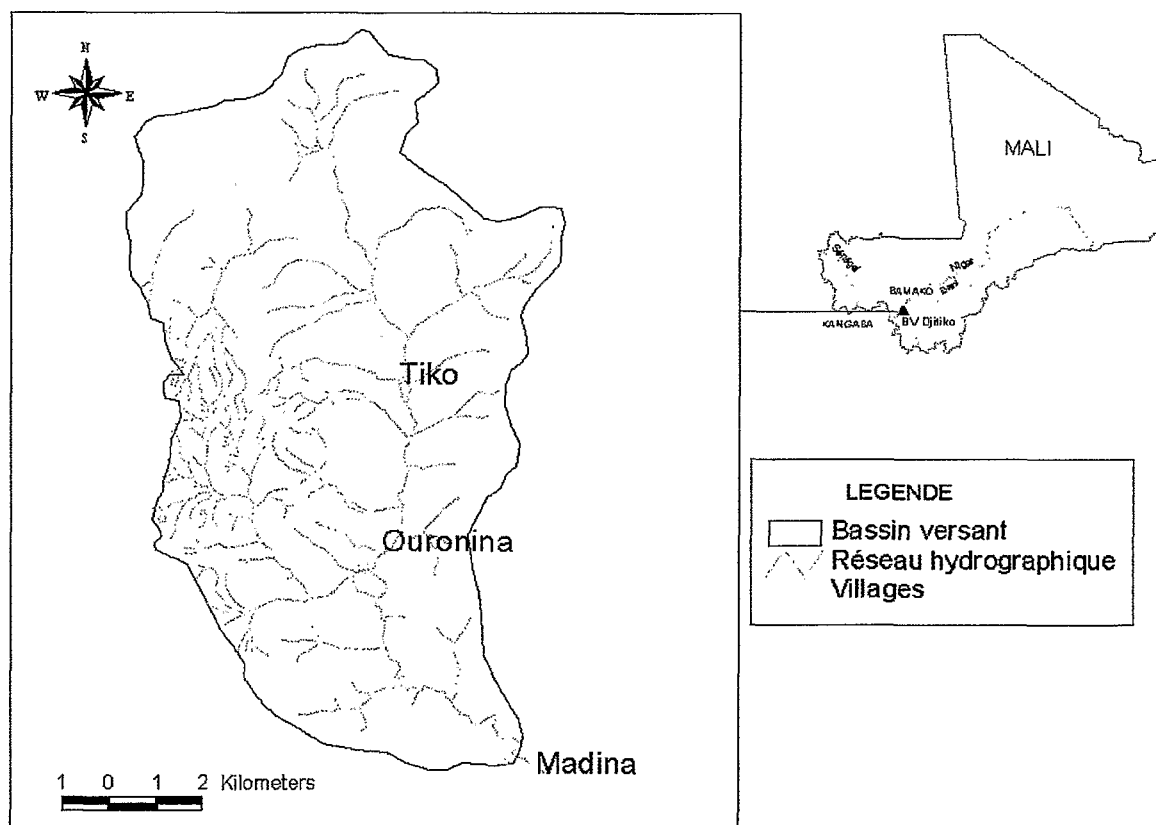


Figure 1 : Carte de situation géographique du bassin versant de Djitiko

2. METHODES ET DONNEES

Un bassin versant de 103 km² est, à priori, loin d'être un ensemble homogène des points de vue hydrodynamique et susceptibilité des sols à l'érosion. L'estimation de la production potentielle de sédiments par érosion hydrique dans un tel espace est donc difficile, voire impossible, à envisager sans passer par des simplifications de la réalité. Le problème principal est de trouver alors une démarche qui réduit le moins possible cette réalité ; la modélisation en est un moyen. La modélisation proposée ici est basée sur une cartographie morphopédologique du bassin versant (Diallo, 1995), des mesures sur parcelles de type *champs-paysans* représentatives de chaque zone ainsi définie et de chaque mode d'utilisation des terres. Des simulations sont réalisées à partir

d'hypothèses sur les pratiques culturales, hypothèses construites sur la base d'enquêtes paysannes sur les pratiques actuelles de mise en culture et de gestion du ruissellement et de la fertilité des terres dans le bassin de Djitiko (Keita, 1997).

Le découpage du bassin versant a été fait en utilisant 2 cartes établies au cours d'une campagne antérieure de cartographie (Diallo, 1995) : une esquisse morphopédologique distinguant 8 unités et une carte des états de surface comprenant 11 unités (figure 2), toutes au 1/50 000. Le premier document a été établi à partir de l'interprétation de photographies aériennes au 1/50 000 et de la description morphologique des sols sur le terrain ; la carte des états de surface a été faite en exploitant les photographies aériennes et en faisant une description détaillée au sol d'après le catalogue des états de surface, selon Casenave et Valentin (1989).

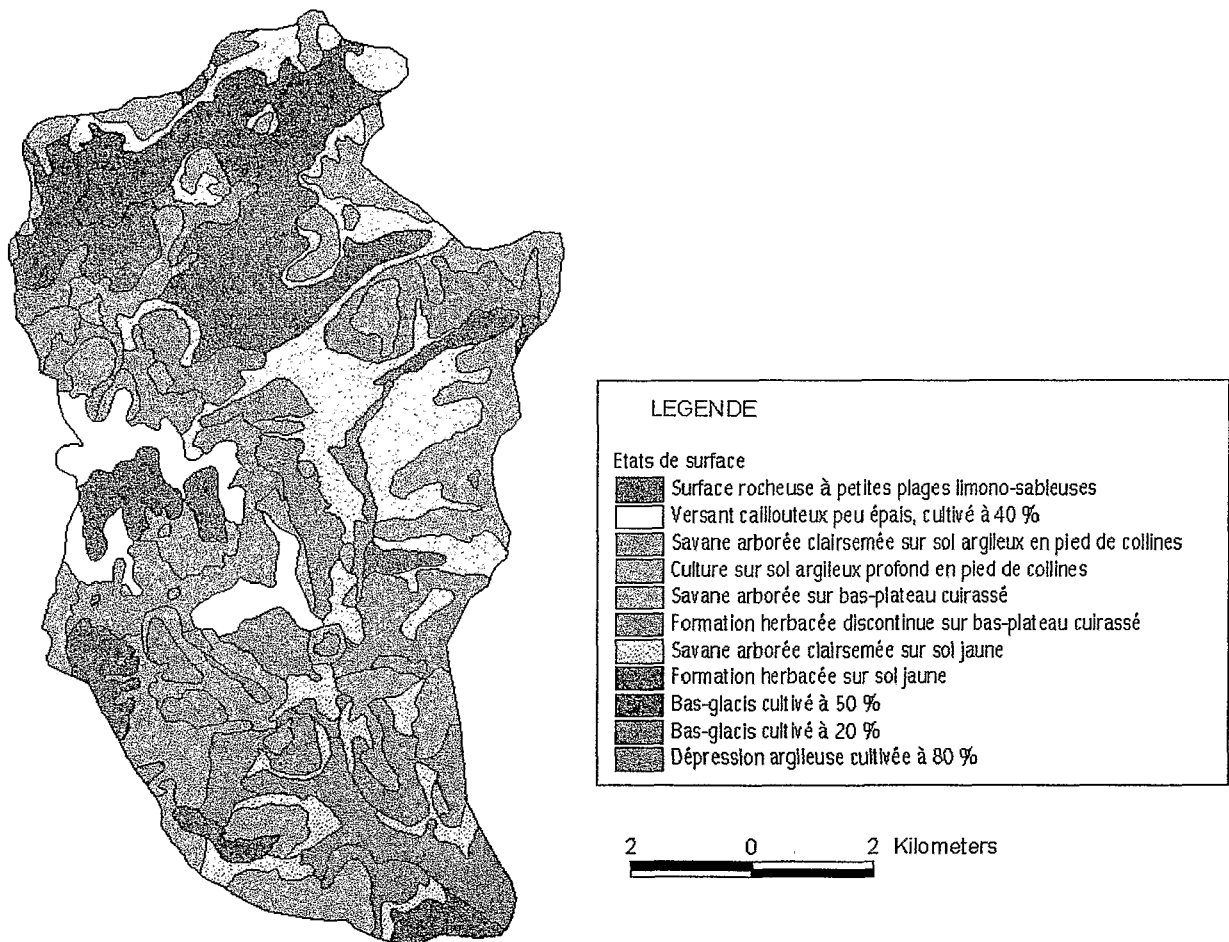


Figure 2 : Cartographie des états de surface des sols du bassin de Djitiko (d'après Diallo, 1995), échelle 1/50 000

Les mesures d'érosion sont faites sur 4 groupes de parcelles choisies de façon à couvrir les réalités morphopédologiques et hydrodynamiques du bassin versant, selon la méthodologie

développée par Roose (1976, 1994). Pour chaque groupe, trois types d'utilisation des terres sont étudiés, un sous jachère et deux sous culture selon 2 techniques culturales : la pratique régionale dite du « *labour conventionnel* » et une pratique nouvelle correspondant à un travail minimal du sol, dite du « *minimum tillage* ». Ce sont les mesures effectuées au cours de la campagne de prélèvements de 1998, sur parcelles de 100 m², qui sont prises en compte dans le présent article.

3. LA DYNAMIQUE EROSIVE

3.1 Comportement érosif des sols et découpage de l'espace

3.1.1 Résultats

Il nous importe de découper l'espace géographique du bassin versant de Djitiko afin de pouvoir réaliser une extrapolation des pertes en terre par érosion hydrique sur l'ensemble du bassin. Aussi, le critère de découpage choisi est la notion de susceptibilité des sols à l'érosion hydrique, notion qui dépend particulièrement du comportement hydrodynamique des unités morphopédologiques. Ainsi, en fusionnant les unités morphopédologiques apparentées du point de vue comportement hydrodynamique, on redéfinit 4 unités de fonctionnement homogène du versant (c'est-à-dire du sol dans son environnement paysagique) vis à vis de l'érosion hydrique, appelés « *zones de production de sédiments* » (figure 3). On distingue alors dans le bassin de Djitiko :

- zone I ou unité à matériaux cuirassés antéquatérinaires : **les sols gravillonnaires**
- zone II ou unité à couverture pédologique ferrugineuse : **les sols rouges**,
- zone III ou unité à matériaux schisteux faiblement altérés : **les sols caillouteux**,
- zone IV ou unité à matériaux colluvio-alluviaux : **les sols bruns**.

La zone I est un ensemble de glacis cuirassés d'altitude moyenne d'environ 350 m et de buttes cuirassées résiduelles plus élevées. Elle est caractérisée par la présence de sols gravillonnaires d'épaisseur faible et très variable (de 10 à 40 cm). Cette couverture pédologique est discontinue par endroit où la cuirasse affleure. La texture est limono-sableuse graveleuse.

La zone II est située au contrebas immédiat des glacis cuirassés. Les sols ont une profondeur variable de 50 cm à plus de 120 cm. D'après la couleur de l'horizon de surface, on distingue aisément 3 types : sol jaune, sol rouge et sol beige. La séquence observée le plus souvent est sol cuirassé / sol rouge. Les pentes y sont faibles (inférieures à 10 %).

La zone III correspond aux collines birrimiennes ; leurs versants montrent de fortes pentes souvent supérieures à 20 %. Les sols sont caillouteux, d'épaisseur variable (de 40 à plus de 100 cm). La terre fine est de texture limono-argileuse.

La zone IV regroupe les terrains situés au pied des collines et les petites bandes alluviales observées le long du Djitiko par endroit. Les sols ont une épaisseur voisine de 100 cm. Ils sont argilo-limoneux. Cette zone est caractérisée par des sols de bas-fonds de type sol brun.

La carte des états de surface a permis de préciser les proportions de jachère et d'espace cultivé dans chacune des 4 zones de production de sédiments retenues (tableau 1). La zone la plus cultivée est la zone IV (les sols bruns) avec 40 % de la zone consacrée à la culture (surtout coton) et la zone III avec 24 % ; mais ces deux zones sont très largement les moins représentées sur le bassin (de l'ordre de 10 % du bassin chacune), ce qui explique l'importance de la jachère couvrant plus de 90 % de la superficie du bassin.

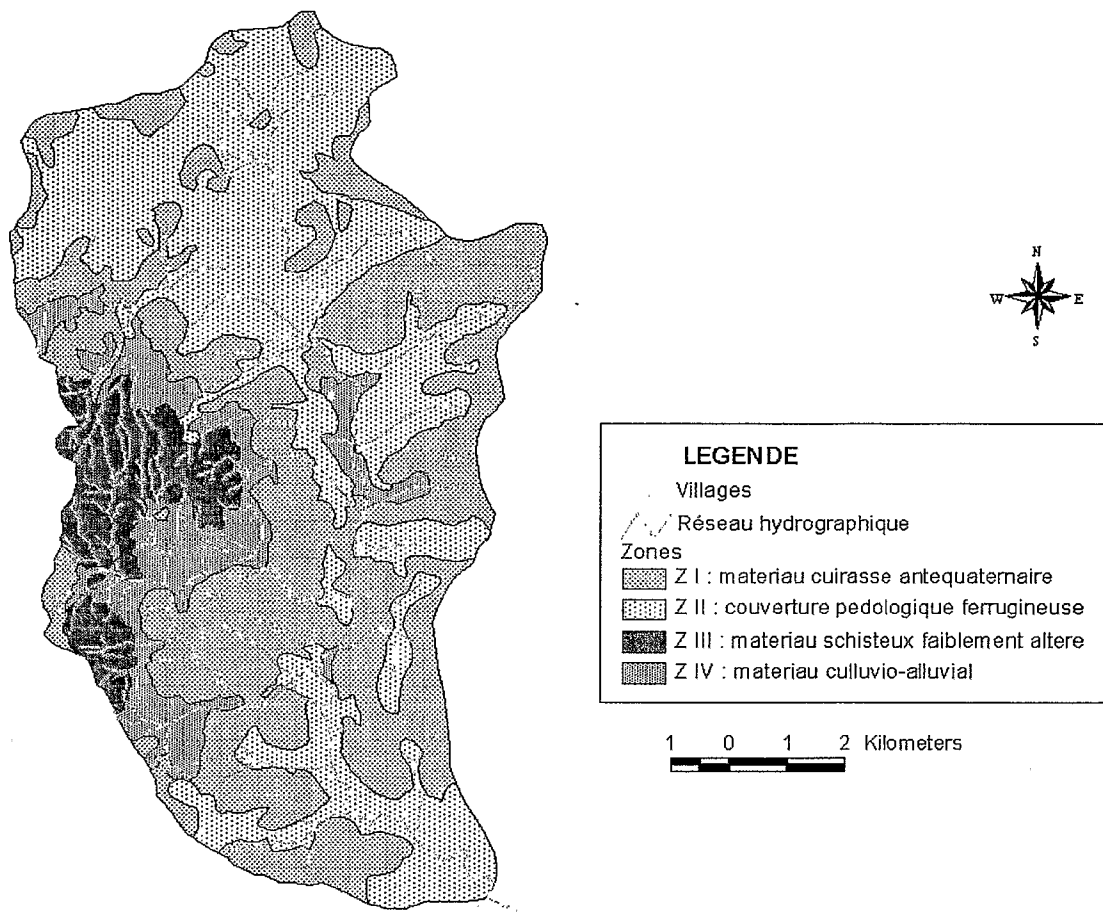


Figure 3 : Cartographie des zones de production de sédiments du bassin de Djitiko (échelle 1/50 000)

Tableau 1 : Les composantes de l'espace dans le bassin versant de Djitiko

Type de Zone	Type de sols	Superficie totale (km ²)	Proportion dans le bassin versant (%)	Superficie en jachère (km ²)	Pourcentage en jachère (en %)	Superficie sous culture (km ²)	Pente moyenne (en %)
Zone I	SG	41	39,7	40,8	99,5	0,2	< 10 %
Zone II	SR	40	38,7	39,3	98,2	0,7	< 10 %
Zone III	SC	9,6	9,3	7,3	76,0	2,3	> 20 %
Zone IV	SB	12,7	12,3	7,6	59,8	5,1	< 10 %
Ensemble du bassin versant	---	103,3	100	95	92,0	8,3	---

SG : sols gravillonnaires ; SR : sols rouges ; SC : sols caillouteux ; SB : sols bruns

3.1.2 Discussion

Aucune des 4 zones délimitées n'est parfaitement homogène mais chacune d'elles se distingue nettement des autres par les caractéristiques pédologiques, topographiques et du couvert végétal.

La zone I, domaine des sols gravillonnaires, la plus étendue (39,7 % de la superficie du bassin versant) est très faiblement cultivée en raison du caractère marginal de ses sols (plus de 50 % de gravillons et présence de la cuirasse ferrugineuse à faible profondeur).

La zone II, domaine des sols ferrugineux (rouges principalement), est largement représentées avec 38,7 % de la superficie du bassin, mais est également faiblement cultivée contrairement au constat général dans les zones soudaniennes. La localisation de ces sols dans le bassin versant explique en partie cette situation. En effet ils sont principalement observés dans le terroir villageois de Ticko, dans le haut du bassin où la pression foncière est la plus faible. Il faut aussi préciser que c'est la variante sol jaune qui est plus facile d'accès ; or cette dernière n'a d'autre potentialité aux yeux des paysans que la riziculture pluviale.

La zone III, domaine des sols caillouteux, est la zone traditionnelle de culture. Elle est donc très fortement cultivée et représente a priori une zone potentielle à risque érosif majeur puisqu'elle correspond à la zone des sols à forte pente (supérieure à 20 %). Mais cette zone couvre moins de 10 % de la superficie du bassin.

La zone IV, domaine des sols bruns de bas-fond de très bonne qualité agricole, est par contre une zone nouvellement fortement cultivée. Comme la zone III, elle constitue une faible superficie du bassin mais représente une zone potentielle à fort risque érosif du fait de la texture de ces sols très sensible à l'érosion hydrique.

3.2 Erosion sur parcelles : influence des sols et des modes d'utilisation des terres

3.2.1 Résultats

Les mesures d'érosion obtenues sur parcelles de jachères ou de cultures au cours de la campagne 1998 sont présentées en figure 4, en fonction des quatre types de sols caractérisant les quatre zones de production de sédiments retenues, à savoir dans l'ordre de la figure : les sols gravillonnaires (G), rouges (R), caillouteux (C) et bruns (B). Trois enseignements importants sont à noter :

- les taux d'érosion sous jachère et sous « *minimum tillage* » sont du même ordre de grandeur et sont faibles, inférieurs à $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$;
- le taux d'érosion sous « *labour conventionnel* » est toujours très largement supérieur, plus de $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$;
- enfin, sous jachère et sous culture, l'érosion est plus importante sur les sols ferrugineux rouges ; l'érosion la plus faible est mesurée sur les sols caillouteux (moins de $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$).

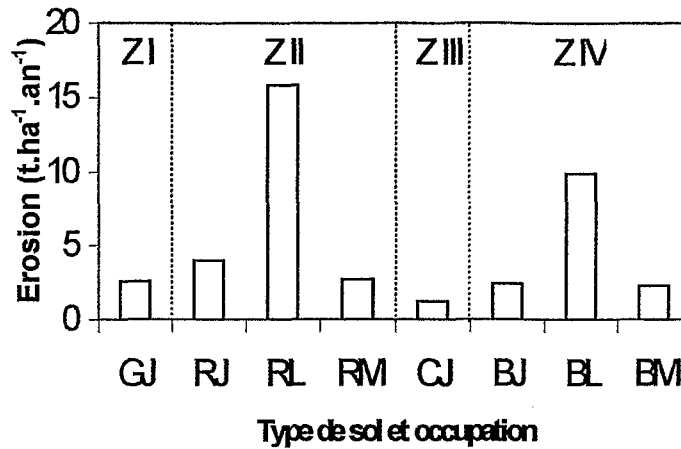


Figure 4 : Erosions mesurées sur parcelles expérimentales au cours de la campagne 1998 (en t.ha⁻¹.an⁻¹)

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| GJ : jachère sur sol gravillonnaire | RL : labour sur sol rouge |
| RJ : jachère sur sol rouge | RM : travail minimum sur sol rouge |
| BJ : jachère sur sol brun | BL : labour sur sol brun |
| CJ : jachère sur sol caillouteux | BM : travail minimum sur sol brun |

3.2.2 Discussion

Les faibles érosions mesurées sous jachère sont normales dans ces savanes où le couvert herbacé s'installe et se développe rapidement avec la saison des pluies. Des tests en laboratoire ont déjà mis en évidence que les sols de ces jachères contiennent des taux élevés de macroagrégats stables et que les mottes ne se désagrègent qu'après avoir reçu des quantités importantes d'eau (Diallo *et al.*, 1998).

Les faibles érosions mesurées avec le travail minimum du sol s'expliquent par la conjugaison de deux facteurs. L'herbicide fait sur les adventices de 15 à 20 cm de long fournit à la parcelle un véritable mulch qui protège le sol contre l'énergie des gouttes de pluie. Par ailleurs, ce sol est très peu bouleversé, le travail étant limité au passage d'un instrument à dents sur les seules lignes de semis.

Enfin, les fortes érosions enregistrées sur les parcelles labourées conventionnellement sont généralement signalées par les chercheurs travaillant dans les différentes agricultures du monde (par exemple, Barthès *et al.*, 1998). A Djitiko, les observations montrent que la technique favorise beaucoup la fragmentation du sol en augmentant ainsi sa fragilité.

Pour conclure, on retiendra que les variations de la quantité de terre érodée en fonction du type de sol ou du mode d'utilisation (sous jachère ou sous culture) sont nettes. Elles s'expliquent essentiellement par les teneurs en carbone organique (Diallo *et al.*, 1999) mais aussi par la présence éventuelle d'éléments grossiers comme dans les sols gravillonnaires et caillouteux.

4. SIMULATION DE PRODUCTION DE SEDIMENTS

4.1 Le modèle de production de sédiments à l'échelle du bassin versant

La comparaison des modèles les plus récents d'érosion des sols (Jetten *et al.*, 2000) à l'échelle de la parcelle et du petit bassin versant montre que tous les modèles d'érosion sur bassin exigent une calibration, que même après calibration, aucun des modèles ne permet de prévoir la conséquence d'événements rares, et surtout que les modèles qui font appel à une résolution spatiale très fine ne sont pas nécessairement plus performants que ceux qui ne différencie qu'une dizaine de zones sur le bassin. Enfin, il est maintenant bien admis que les meilleures simulations proviennent des modèles qui permettent la prise en compte de l'influence des états de surface sur le cheminement du ruissellement.

Aussi, fort de ces remarques, nous avons construit un modèle simple de production de sédiments à l'échelle du bassin de Djitiko (100 km²) à partir des quatre unités de production de sédiments identifiés ci-dessus en fonction des propriétés hydrodynamiques des sols pris dans leur situation paysagère. On considère donc que :

- 1) chaque unité est une zone homogène de production de sédiments par érosion hydrique,
- 2) le potentiel de production de sédiments de l'ensemble du bassin versant est la somme des potentiels de production de sédiments des quatre zones constitutives.

Pour une zone Z_n , le potentiel de production de sédiments (pps) est fonction du type de sol (s_n = gravillonnaire, rouge, caillouteux ou brun) et de son mode d'utilisation (μ_i = jachère, labour conventionnel ou travail minimum du sol) multiplié par la superficie respective de la catégorie concernée. Ainsi, le modèle utilisé peut s'écrire :

$$pps(Z_n) = \sum_i [Es_n(\mu_i) \times Ss_n(\mu_i)]$$

avec

- pps(Z_n) : potentiel de production de sédiments de la zone n (n = I, II, III, IV)
- $Es_n(\mu_i)$: Erosion mesurée sur parcelle de sol de la zone n avec le mode d'utilisation i (i = jachère, labour conventionnel, travail minimum du sol)
- $Ss_n(\mu_i)$: Surface de sol de la zone n avec le mode d'utilisation i (i = jachère, labour conventionnel, travail minimum du sol)

Les simulations ont été faites pour trois types de scénarios définis à partir de changements sur les pratiques culturales. En effet, nous avons vu que le labour conventionnel provoquait une très forte érosion comparativement au minimum tillage qui ramène les pertes en terre au même niveau que la jachère. Or aujourd'hui, sur le bassin du Djitiko, seul le labour conventionnel est utilisé. Aussi, nous avons construit des scénarios afin de mettre en évidence qu'elle serait l'impact de l'introduction de cette nouvelle méthode du travail du sol à l'échelle du bassin versant. On considère donc les trois hypothèses suivantes :

- H0 : le labour conventionnel est pratiqué sur toutes les superficies cultivées (scénario correspondant à la situation actuelle),
- H1 : le labour conventionnel est pratiqué sur 50 % des superficies cultivées alors que le travail minimum du sol est pratiqué sur les autres 50 %,
- H2 : le travail minimum du sol est pratiqué sur toutes les superficies cultivées.

4.2 Scénarios et valeurs simulées de la production de sédiments

Avant de présenter les résultats des simulations, nous devons préciser que seuls les sols rouges et sols bruns ont pu être expérimentés sur parcelles cultivées (cf. figure 4). Aussi, pour les calculs sur sols gravillonnaires (zone I) et caillouteux (zone III), l'érosion sur parcelle pour le minimum tillage est prise égale à celle sur jachère, selon les enseignements obtenus à partir des deux autres types de sols. En ce qui concerne le labour conventionnel, nous avons arbitrairement fixé la valeur de $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ sur sols gravillonnaires (comme pour les sols bruns) et de $5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ sur sols caillouteux, ces deux valeurs représentant trois fois le taux d'érosion enregistré sur la parcelle en jachère du sol correspondant.

Etant donné les faibles pourcentages de superficies cultivées sur les zones I et II, l'impact du changement de mode cultural s'avère bien sûr négligeable sur ces deux zones (figure 5). Ainsi par exemple, sur la zone II, domaine des sols rouges pourtant très fortement influencés par le mode cultural puisque l'érosion sur parcelle passe de $16 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ à $2,7 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$, l'effet du changement de mode de culture sur l'ensemble de la zone II est de seulement 5 % entre les scénarios extrêmes H0 et H2 (on passe de $4,2$ à $4,0 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$). Par contre, en zones III et IV, plus largement cultivées, l'érosion est alors réduite de respectivement 43 % et 56 % (figure 5), avec des productions de pertes en terre allant de $2,1$ à $1,2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ en zone III, domaine des sols caillouteux à forte pente, et de $5,5$ à $2,4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ en zone IV, domaine des sols bruns de bas-fond.

Sur l'ensemble du bassin versant, puisque la jachère représente 92 % de la superficie totale, l'influence du changement de mode cultural reste faible : on passe de $3,5$ à $3,0 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$, soit une réduction de seulement 6 % de la perte en terre totale si tous les paysans acceptaient la nouvelle technique du traitement minimum du sol (selon scénario H3).

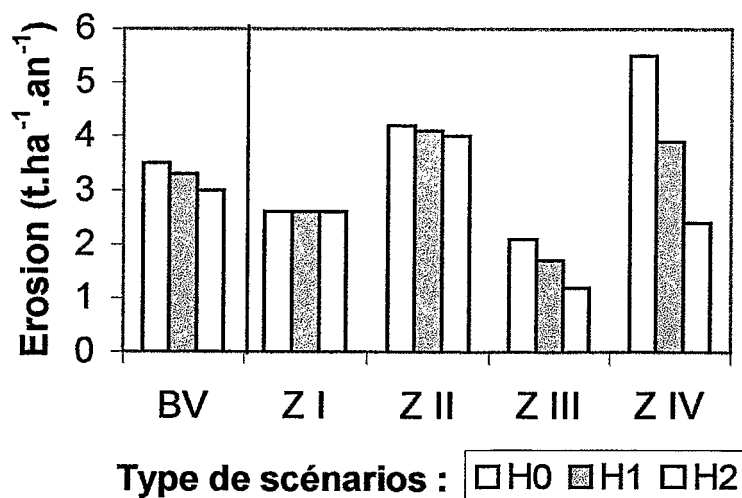


Figure 5 : Productions de sédiments (en $\text{t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) simulées pour trois scénarios (H0 : 100 % des cultures avec labour conventionnel ; H1 : 50 % des cultures avec labour conventionnel et 50 % avec travail minimum du sol ; H2 : 100 % des cultures avec travail minimum du sol) sur l'ensemble du bassin versant de Djitiko (BV), sur la zone II à sols rouges (Z II) et sur la zone IV à sols bruns (Z IV)

Par contre, à l'échelle de l'ensemble du bassin versant, si on compare les résultats des simulations de production de sédiments avec les mesures de pertes en terre effectuées à l'exutoire du bassin sur les eaux de la rivière Djitiko, il apparaît que l'érosion estimée à partir des simulations est, quelque soit le scénario considéré, toujours très excessivement supérieure à l'érosion spécifique enregistrée via les exportations de sédiments par la rivière. Les simulations de production de sédiments prévoiraient une exportation d'environ $300 \text{ t.km}^{-2}.\text{an}^{-1}$ (ou $3 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$) alors que les mesures directes à l'exutoire du bassin donne une estimation de $14 \text{ t.km}^{-2}.\text{an}^{-1}$ (Droux *et al.*, 1997). Cette différence de deux ordres de grandeur montre toute l'importance des chemins de l'eau pour le transfert des sédiments érodés de l'amont vers l'aval d'un bassin, le versant constituant tout à la fois une somme de producteurs de sédiments et de pièges à sédiments.

Enfin, cela souligne surtout avec quelle prudence les valeurs des intensités d'érosion mesurées ou calculées doivent être manipulées, comparées, critiquées...

4.3 Carte des zones à risque potentiel d'érosion hydrique

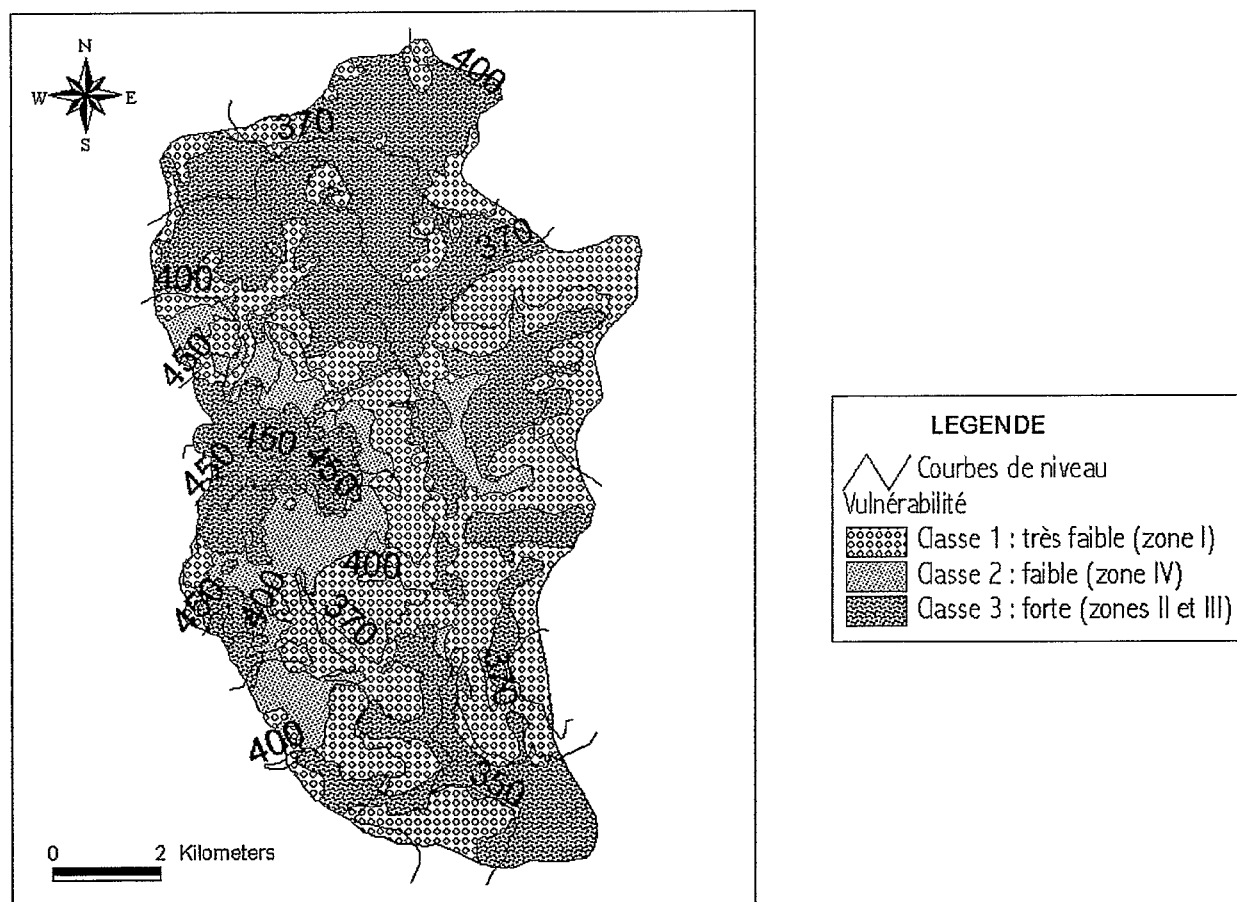


Figure 6 : Carte des zones à risque potentiel d'érosion hydrique sur le bassin versant de Djitiko (Z I : unité à sols gravillonnaires ; Z II : unité à sols rouges ; Z III : unité à sols caillouteux ; Z IV : unité à sols bruns)

Cependant, n'oublions pas que nous avons retenu cette démarche de modélisation de la production de sédiments afin de pouvoir obtenir un outil d'aide à la décision pour la gestion de l'espace dans le bassin versant. Aussi, s'il apparaît ici que les intensités d'érosion produites par le modèle simple proposé ici n'ont pas de signification absolue, elles permettent d'aboutir à la construction d'une carte à risque potentiel d'érosion hydrique. En effet, en considérant que la vulnérabilité d'un sol à l'érosion est le produit de sa susceptibilité à l'érosion (calculée par la simulation pour l'ensemble de la zone), de son pourcentage de sols cultivés dans la zone et de sa pente, on définit alors trois classes de vulnérabilité des sols à l'érosion (figure 6) de la façon suivante :

- classe 1 : à vulnérabilité très faible, correspondant à la zone I (sols gravillonnaires),
- classe 2 : à vulnérabilité faible, correspondant à la zone IV (sols bruns),
- classe 3 : à vulnérabilité forte, correspondant aux zones II et III (respectivement sols rouges et sols caillouteux à forte pente).

Cette carte des zones à risque potentiel d'érosion hydrique met en évidence que la zone II (à sols rouges) et la zone III (à sols à forte pente) doivent susciter le plus d'attention de la part des aménageurs, alors que pourtant les sols bruns de la zone IV sont très largement susceptibles à l'érosion, surtout lors des cultures sous labour conventionnel.

CONCLUSION

Les modèles d'érosion devraient permettre de prévoir les quantités de pertes en terres à différentes échelles, la localisation des zones d'érosion, de transfert et de dépôts ainsi que la qualité des eaux et des sédiments. A ce jour, aucun modèle ne répond à l'ensemble de ces objectifs du fait de la complexité des processus et des facteurs mis en jeu.

Sur le bassin de Djitiko, les mesures sur parcelles ont montré la grande disparité de la susceptibilité à l'érosion des différents types de sols présents sur le bassin : on passe de 16 t.ha⁻¹.an⁻¹ pour un sol rouge cultivé sous labour conventionnel à moins de 2 t.ha⁻¹.an⁻¹ pour un sol caillouteux sous jachère. Ces mesures ont également montré que la pratique du travail minimum du sol (minimum tillage) ramenait le taux d'érosion au niveau d'une érosion sous jachère, quelque soit le type de sol.

Cependant, malgré tout cela, les simulations de production de sédiments à l'échelle du bassin ont mis en évidence la difficulté du transfert d'échelle entre la parcelle et le petit bassin versant de 100 km².

La modélisation de l'érosion, c'est-à-dire de pertes en terre, devra donc prendre en compte d'une part le type de sols (influençant en fait directement sa capacité aux détachements des fragments terreux en fonction de son taux de matières organiques), et d'autre part, le transfert du sédiment de l'amont vers l'aval au cours du ruissellement.

Enfin, si l'incidence du changement du mode de labour semble être très nettement positif sur la production de sédiments à l'échelle de la parcelle (réduction de 83 % des pertes en terre sur les sols bruns en passant du labour conventionnel au minimum tillage, de 16 à 2,7 t.ha⁻¹.an⁻¹), l'effet sur l'ensemble du bassin reste faible du fait de la petite superficie cultivée. Ainsi, même si tous les paysans du bassin versant acceptaient une telle amélioration, la diminution de l'érosion à cette échelle ne serait seulement que de 6 %.

Par contre, la simulation a mis en évidence le rôle majeur des chemins de l'eau dans le

transfert des sédiments érodés vers l'aval et a permis de construire une carte de risques potentiels d'érosion montrant que bien que les sols bruns sont les sols les plus sensibles à l'érosion à l'échelle de la parcelle, c'est sur les sols rouges que le maximum de risque érosif existe.

BIBLIOGRAPHIE

- Barthès B., Albrecht A., Asseline J., De Noni G., Roose E., Viennot M. 1998. Pratiques culturales et érodibilité du sol dans les rougiers de Camarès (Aveyron) : 12 p.
- Casenave A. et Valentin C. 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. Editions ORSTOM : 229 p.
- Diallo D. 1995. Hydrodynamique et érosion hydriques des sols en zone de savane humide (Bassin versant de Djitiko, Mali). Mémoire D.E.S, U S T L, Montpellier : 82 p.
- Diallo D., Roose E., Barthès B. 1999. Comparaison de tests d'érodibilité des sols en laboratoire et de mesures sur parcelle d'érosion dans le bassin versant de Djitiko (zone soudanienne, Mali sud). Bull. Réseau Erosion, 19 : 168-175.
- Diallo D., Roose E., Barthès B., Khamsouk B., Asseline J. 1998. Recherche d'indicateurs d'érodibilité des sols dans le bassin versant de Djitiko (Haut Bassin du Niger au Sud Mali). Bull. Réseau Erosion, 18 : 336-347.
- Droux J.P., Mietton M., Olivry J.C. 1997. Transports de matières en suspension sur petits bassins versants au Mali : influence des surfaces cultivées. In : Human Impact on Erosion and Sedimentation (Proc. Rabat Symposium S6, April 1997), IAHS Publ., 245 : 57-64.
- Keita I. 1997. Analyse des perceptions paysannes de la dégradation des sols et de la gestion de la fertilité et de la biomasse. Mémoire d'ingénieur, IPR/IFRA de Katibougou : 35 p.
- Jetten V., de Roo A., Favis-Mortlock D. 2000. Evaluation of field-scale and catchment-scale soil erosion models. Catena : sous-presse.
- Roose E. 1976. Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. ORSTOM, Paris, Travaux et Documents, 78 : 108 p.
- Roose E. 1994. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. FAO Soil Bulletin, 70 : 300 p.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Diallo, D.; Orange, D.; Roose, E.; Morel, A. - Potentiel de production de sédiments dans le bassin versant de Djitiko (103 km²) zone soudanienne du Mali sud, pp. 54-66, Bulletin du RESEAU EROSION n° 20, 2000.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr