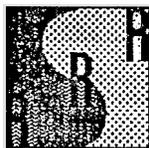


1

ORSTOM



LES ETATS DE SURFACE DES BASSINS VERSANTS
DE THYSSE KAYMOR (SENEGAL)

Christian VALENTIN

Dakar, Avril 1990

27 MAI 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 35.489 e.x.1

Cote : B

M

P13

LES ETATS DE SURFACE DES BASSINS VERSANTS DE THYSSE KAYMOR (SENEGAL)

INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, de nombreux travaux menés par l'ORSTOM en zone sahélienne ont démontré le rôle prévalant des états de surface (couvert végétal et micro-organisations pédologiques superficielles) sur la genèse du ruissellement (CASENAVE et VALENTIN, 1989). Ces études ont notamment montré que le volume des crues de petits bassins versants pouvait être prédéterminé, avec une marge d'erreur relativement limitée, dès lors que l'on associait une campagne de simulation de pluies sur des microparcelles (1 m²) à des cartes d'états de surface (ALBERGEL, 1987).

L'étude, brièvement exposée dans ce rapport, fait suite à une série de caractérisations pédologiques (BERTRAND, 1970 ; ANGE, 1984 ; BROUWERS, 1987). Elle en diffère par :

- l'objet d'étude : la surface du sol et non l'ensemble de la couverture pédologique,
- les objectifs :
 - * délimiter des unités cartographiques considérées comme homogènes quant à la production de ruissellement,
 - * porter un diagnostic sur l'état de dégradation de la surface du sol.

1. METHODES

Les observations réalisées en mars, ont fait appel :

- à la typologie des croûtes superficielles et des surfaces élémentaires proposées par CASENAVE et VALENTIN (1989),
- aux techniques cartographiques présentées par VALENTIN (1985).

La photo-interprétation s'est appuyée sur :

- les orthophotoplans réalisés en 1983 (photographies de janvier 1982 et 1983) à 1/25.000.
- la mission photographique à 1/20.000, de novembre 1983 qui ne couvre qu'une partie des bassins versants.

2. OBSERVATIONS

2.1 Le bassin versant de Keur Dianko

2.1.1. Les unités cartographiques

Unité 1 : Brousse tachetée, faiblement dégradée.

Couvert ligneux : 20 %

hauteur (m)	distance moyenne (m)
10	40
5-7	20
2	10
1	5

Couvert herbacé : 50 %, très fractionné et piétiné par le bétail, associé à des placages de récolte de termites et quelques turricules de vers.

La *surface* se caractérise par une faible réorganisation pelliculaire (55% DES - croûte de dessiccation, 40% T - surface à placages de termites) liée à un fort couvert herbacé et aux débris végétaux, et par la présence d'assez nombreuses termitières (nids aux divers stades d'arasement) marquées par les croûtes d'érosion (4%) et les croûtes structurales à trois micro-horizons (ST3 : 1%).

Erosion en nappe très faible, limitée aux taches nues d'anciennes termitières.

En dépit d'une certaine pression du bétail, cette unité définie par la reconnaissance des termitières sur photographies aériennes («brousse tachetée») est assez peu dégradée en termes de surface du sol *sensu stricto*.

Unité 2 : Brousse tachetée, moyennement dégradée.

Couvert ligneux : 10 %

hauteur (m)	distance moyenne (m)
10	40
5-7	50
2	10

Le passage du feu a empêché l'évaluation du couvert herbacé.

Surface : 45% DES, 40% T, 10% ERO, 5% ST3.

Erosion en nappe faible mais se concentrant localement sur les pentes les plus fortes sous formes de griffes.

Cette unité se distingue de la précédente :

- par une dégradation nettement plus marquée des ligneux pour lesquels il existe un mode bien marqué vers 2 m, la strate des 5-7 m devenant beaucoup plus lâche,
- par une tendance à la coalescence des taches nues encroûtées.

Unité 3 : Brousse tachetée dégradée.

Couvert ligneux : 7 %

hauteur (m)	distance moyenne (m)
10	40
2	10

Surface : 40% DES, 35% T, 15% ERO, 5% ST3, 5% G (croûte gravillonnaire)

Cette unité se caractérise surtout par la dégradation de sa surface et l'*érosion hydrique* (en nappe et linéaire). Elle correspond, très vraisemblablement, au pédoclimat le plus sec du bassin-versant. Plusieurs facteurs se conjuguent pour accélérer les processus de dégradation : l'épaisseur limitée des horizons meubles superficiels, la pression du bétail, la coupe de bois. Bénéficiant d'une pluviométrie plus abondante ces deux dernières années, cette unité voit son couvert herbacé recoloniser les surfaces nues encroûtées (ALBERGEL et PEREZ, comm. orale).

Unité 4 : talus de plateau cuirassé.*Couvert ligneux* : 25 %

hauteur (m)	distance moyenne (m)
10	50
5-7	100
0,5-1,2	2
10	50
1,5-2	2

Surface : 70% G (5-10 cm : 40%, 2-5 cm : 20 %, 0,2-2_cm_ : 10%), 20% DES, 10% T.

Unité 5 : jachère*Couvert ligneux* : 5 %

hauteur (m)	distance moyenne (m)
10	50
1,5-2	4

Surface : 30% DES, 70% T.

Plusieurs arguments militent en faveur d'un défrichement de cette unité :

- une végétation ligneuse équenne et à forte dominance combrétacée (les arbustes semblent appartenir à une population de même âge),
- la limite géométrique bien nette d'après la photographie aérienne, en piémont de cuirasse .

S'il est confirmé que cette unité correspond bien à une jachère, il conviendrait de déterminer son passé cultural et son âge. En tout état de cause, la surface de cette unité correspond à une forte infiltrabilité.

Unité 6 : champs à faibles réorganisations superficielles*Couvert ligneux*

hauteur (m)	distance moyenne (m)
10	50
1,5	10

Surface : C1 (surface culturale faiblement réorganisée).

Cette unité correspond peu ou prou aux sols à horizons superficiels très appauvris du versant inférieur. *Ptilostigma reticulatum* constitue l'essentiel des recrûs.

Selon la culture, des variantes apparaissent :

- Sur les parcelles de mil, les pailles des nombreuses adventices (40 à 85% de couvert) attirent les termites (30 % de placages) ; la surface est très fragmentée.
- Sur les parcelles d'arachide, la surface peu couverte (moins de 3%), est très pulvérulente.

L'érosion linéaire semble surtout alimentée par les pistes.

Unité 7 : champs à réorganisations superficielles moyennes

Couvert ligneux

hauteur (m)	distance moyenne (m)
10	40
1	10

Surface : C2 (surface culturale moyennement réorganisée).

La présence d'une termitière épigée tous les 30 m environ rappelle que ces champs ont été défrichés aux dépens de la brousse tachetée.

De texture superficielle légèrement plus lourde, cette unité présente des réorganisations superficielles légèrement plus marquée que l'unité précédente. Dans les parcelles cultivées tant en arachide qu'en mil, les fragments de croûtes superficielles témoignent :

- d'une cohésion plus forte des micro-organisations pelliculaires superficielles (fragments plus grands et plus épais),
- d'une disjonction entre le sable et les particules plus fines,
- d'une infiltrabilité plus réduite : porosité vésiculaire discrète et croûtes de ruissellement polycycliques.

Selon la culture des variantes apparaissent :

- Sur les parcelles d'arachide, la surface peu couverte (moins de 3%), est très pulvérulente.

2.1.2. Remarques générales

De forme très allongée, ce bassin versant mériterait de faire l'objet d'une étude particulière sur les zones qui contribuent réellement à l'écoulement superficiel mesuré à la station de jaugeage. En particulier, il serait intéressant d'installer des pièges à ruissellement (PLANCHON, 1989) pour tenter de suivre les chemins de l'eau depuis le plateau jusqu'à l'exutoire et de répondre ainsi à quelques questions :

- Quelle serait l'état de dégradation par l'érosion hydrique des parcelles cultivées si elles atteignaient l'aval du talus ? Il est probable, en effet, que la bande étroite de brousse joue à cet égard un rôle protecteur essentiel
- Dans quelle mesure la brousse tachetée de mi-versant remplit-elle la fonction de «bande d'arrêt» à l'encontre du ruissellement et de l'érosion ?

2.2 LE BASSIN VERSANT DE NDIBA (S1)*2.2.1. Les unités cartographiques*

Pour ce grand bassin versant, nous ne nous étendrons que pour les unités qui diffèrent des autres bassins observés.

Unité 1 : Brousse tachetée peu dégradée . cf. unité 1 de Keur Dianko.

Unité 2 : Brousse tachetée moyennement dégradée. cf. unité 2 de Keur Dianko.

Unité 3 : Brousse tachetée dégradée. cf. unité 3 de Keur Dianko.

Unité 4 : Talus de plateau cuirassé. cf. unité 4 de Keur Dianko.

Unité 5 : Axe d'écoulement à turricules de vers. Bien que très peu représentée, cette unité mérite d'être signalée. Il s'agit d'une bande d'une vingtaine de mètres, très peu arborée, qui s'étend de part et d'autre d'axes d'écoulement légèrement déprimé, sans incision franche (collature). Sa surface se caractérise par une couverture quasi-continue de turricules de vers de terre. Comme il est fréquent, ces axes qui collectent l'écoulement superficiel sont également le lieu d'infiltration privilégié, favorisant dès lors la concentration des vers de terre. Ceux-ci améliorent à leur tour l'infiltrabilité de la surface. A cet égard, il serait intéressant de vérifier l'existence sous ces axes de «mini-nappes d'inféoflux» temporaires qui devraient se traduire par une éluviation particulière des horizons pédologiques (drains).

Unité 6 : Chanfrein. Cette unité se caractérise par :

- un modelé le plus souvent convexe, propre aux zones de chanfreins, à savoir la zone de raccordement du versant et du thalweg,
- un couvert ligneux assez dense mais arbustif :

	hauteur (m)	distance moyenne (m)
	3	12
	1,5	2
- une surface du sol à forte porosité ouverte : 50% DES, 50% TV (surface à turricules de vers et à placages de termites).

Unité 7 : Chanfrein dégradé. Outre une densité légèrement plus faible des ligneux, cette unité se distingue de la précédente par l'existence de zones encroûtées. Celles-ci se signalent sur photographies aériennes par des bandes allongées claires le long des axes d'écoulement.

Surface : 80% DES, 15% ST3, 5% ERO.

Les taches nues encroûtées (ERO et ST3) se développent localement sur des horizons B rouges décapés, voire sur des horizons gravillonnaires (croûtes G, très limitées). Lorsque se conjuguent les effets d'une forte pente (5-6%), et d'un piétinement linéaire très dense (sentes très nombreuses), ces surfaces peuvent être le théâtre d'une érosion laminaire marquée. Ça et là, celle-ci s'exprime par la formation de micro-marches.

Unité 8 : Bas-fond. cf. Le bas-fond de Keur Samba Diama

Unité 9 : Champ à faibles réorganisations superficielles. cf. unité 6 de Keur Dianko.

Unité 10 : champs à réorganisations superficielles moyennes

Cette unité présente le même type de réorganisations superficielles que l'unité 7 de Keur Dianko). Elle s'en différencie toutefois par un couvert ligneux plus lâche et une densité plus faible des termitières (une termitière arasée tous les 40 m) :

Couvert ligneux

	hauteur (m)	distance moyenne (m)
	10	40
	1	10

Vraisemblablement, cette différence doit être imputée à une mise en valeur plus ancienne à proximité des villages.

Unité 11 : Zone à tendance endoréique

En termes de surface, cette unité ne se distingue pas de la précédente. Toutefois, à des fins hydrologiques, il a paru important de tenter de délimiter la zone, situé en amont du bassin qui ne doit participer qu'épisodiquement à son alimentation générale. Les sols de cette unité devraient présenter certaines formes d'hydromorphie.

Unité 12 : Village

2.2.3. Remarque sur le bassin de Ndierguene

Les deux jeux de photographies aériennes, pourtant quasi-contemporains, mettent en évidence une évolution importante des défrichements de plateau.

En plus de sa taille et de sa forme, ce bassin se distingue de celui de Keur Dianko :

- par le pourcentage et la distribution relative des unités,
- l'absence de talus bien marqué.

2.3 LE MICROBASSIN VERSANT DE NDIBA.

Ce micro-bassin s'organise autour d'une collature dont le profil en travers évoque l'unité 5 du bassin de Ndiba. L'absence de turricules de vers en périphérie de cet axe d'écoulement doit être probablement à imputer au travail du sol. Il reste que cet axe est un lieu privilégié d'infiltration comme en témoignent les études d'humidimétrie neutronique (PEREZ, comm.orale).

La description des quatre parcelles de simulation de pluie n'a pas pu être réalisées dans des conditions satisfaisantes : la plus grande partie de leur surface ayant été piétinée après les essais (manipulations des cannes tensiométriques). En dépit de ces difficultés, il convient de présenter quelques remarques_:

- Parcelle S41 : parcelle cultivée en arachide en 1989. Fragments de croûte structurale à un seul micro-horizon (ST1). Au centre, à proximité du tube d'accès neutronique : surface lisse indurée (croûte ERO). Type C1 (?)
- Parcelle S43 : parcelle cultivée en arachide en 1989. Fragments de croûte de dessiccation (DES) et dans une moindre mesure de croûte structurale à un seul micro-horizon (ST1). Environ 15% de la surface est couverte par des placages de récolte de termites. La croûte d'érosion ne représente qu'une très faible part de la surface (de l'ordre du pourcent). Type C1 (?)
- Parcelle S44 : parcelle cultivée en arachide en 1989. Prédominance de la croûte structurale à un seul micro-horizon (ST1) peu fragmentée (plus dure que sur les parcelles précédentes, ou moins sujette au piétinement_?). Type C1 (?)
- Parcelle S46 : parcelle cultivée en mil en 1989. Fragments de croûte structurale à un deux micro-horizons (ST2) ce qui traduit une disjonction plus marquée entre le sable et la fraction fine que pour les parcelles précédentes (moindre couvert par le mil). Type C2 (?)

Remarques

Judicieusement situé à la limite entre les deux unités de surface (à réorganisations faibles à l'aval, moyennes à l'amont), ce micro-bassin devrait faire l'objet de relevés systématique de l'état de surface en vue de traitements géostatistiques (par exemple, un point tous les 20 m). En termes d'encroûtement, et de ruissellement, le type de culture peut prévaloir, à cette échelle, sur de légères variations texturales.

2.4 LE BAS-FOND DE KEUR SAMBA DIAMA

La surface du bas-fond s'organise selon une mosaïque de bombements sableux et de zones en légères dépressions nettement plus argileuses.

La description des parcelles a été réalisée après les simulations de pluie.

- Parcelle «maïs» :

Située dans le lit du cours d'eau sur une parcelle sableuse, cultivée en maïs en 1989.

Couvert vivant : néant.

Paillage : de maïs, très fragmenté, 15%.

Micro-relief : néant, obstruction : néant.

Figures d'érosion en piedestal à l'amont.

Surface : 85% ST2, 10% DES, 5% de placages de termites (postérieurs aux pluies).

Surface de type C1.

- Parcelle «riz» :

Située dans le lit du cours d'eau, dans une petite dépression argileuse, sur une parcelle cultivée en riz en 1989.

Couvert vivant : néant.

Paillage : de feuilles 5%.

Micro-relief : trois touffes de riz, 10 cm de diamètre, 1 cm de haut, obstruction : néant,

La simulation de pluie a effacé les traces d'anciens billons de 2 cm de haut, encore perceptibles à proximité de la parcelle.

Pas de figures particulière d'érosion.

Surface : 80% ST2, 15% ERO, 5% de sable fin sur un horizon microagrégé. Surface de type C1 sur sol argileux hydromorphe.

- Parcelle «mil» :

Située sur le talus de berge, sur une parcelle sableuse cultivée en mil en 1989.

Couvert vivant : 15% de plantes prostrées.

Paillage : tiges et feuilles de mil (30%), 10% de feuilles.

Turricules de vers (2%) et boulettes de fourmis (1%).

Micro-relief : lié aux plantes prostrées, 3 cm, obstruction : néant.

Traces d'impacts de gouttes.

Surface : 40% ST2, 60 DES. Surface de type C1.

3. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

A l'issue de ce rapport, il convient de regrouper certaines observations et d'en tirer des conclusions. Pour l'essentiel, celles-ci constitueront un diagnostic de l'état de dégradation de la zone étudiée.

3.1 LES ZONE DES PARCOURS

Deux zones de parcours, et de production de bois, semblent avoir subi des dégradations :

- Les *plateaux*, pour lesquels nous nous sommes efforcés de cartographier trois unités correspondant à des intensités croissantes de déprédation du couvert ligneux et du degré d'encroûtement superficiel.
- Les *chanfreins*. Quoiqu'encore relativement peu dégradés, hormis les sites reportés sur la carte de Ndiba, il importe d'en souligner l'importance et la fragilité :
 - * Il s'agit d'une zone très importante quant à son écologie, puisqu'elle constitue l'interface (ou «écotone») entre les versants relativement «aride» et le bas-fond «humide». Outre sa végétation, qui sert de «tampon» à la «forêt galerie», cette facette topographique est le siège d'une activité faunique intense : vers de terre, termites humivores (*Cubitermes*) puis lignivores (*Macrotermes*), lorsque l'on passe du bas au haut chanfrein.
 - * Cette facette souffre d'une grande sensibilité à l'érosion hydrique du fait :
 - o de la pente convexe généralement forte (pouvant atteindre 6%),
 - o d'horizons meubles peu épais surmontant fréquemment des nodules, voire des carapaces de bas de versant,
 - o de sa position topographique qui reçoit le ruissellement en nappe du versant,
 - o de son intérêt pour y installer les pistes, les sentiers ou les sentes, à proximité «sèche» des cours d'eau.

3.2 LES CHAMPS

Nous distinguerons les effets les plus évidents de l'érosion hydrique (formation de griffes et de ravines), de ses causes plus discrètes (encroûtement superficiel et ruissellement en nappe).

L'érosion linéaire

A n'en pas douter, l'érosion linéaire constitue la forme d'érosion hydrique la plus spectaculaire, d'autant plus difficile à ignorer qu'elle entaille, voire détourne, les pistes. Celles-ci constituent autant de drains pour le ruissellement en nappe qui se trouve ainsi concentré. Comme en témoignent les travaux de conservation des sols, les premières mesures d'urgence consistent non seulement à limiter l'érosion linéaire liée aux pistes, mais encore à réduire la vitesse du ruissellement en nappe sur les champs (haies vives, cordons pierreux,...). Il y a lieu cependant de distinguer :

- Les collatures que l'on peut considérer comme naturelles et stabilisées. Il s'agit de griffes à profil en travers large et évasé, dont «l'influence topographique» se fait sentir sur une dizaine de mètres, voire davantage, de part et d'autre de l'axe d'écoulement. Le déterminisme de ces collatures est essentiellement morphopédologique.

- Les griffes et ravines actuelles (qui peuvent utiliser des axes de collatures), caractérisées par une «influence topographique» très limitée, et des parois verticales. Orientées par la morphologie, ou par les pistes, elles voient leur extension liées à la dégradation des états de surface des micro-bassins qu'elles drainent. A n'en point douter, la mise en oeuvre d'un modèle numérique de terrain permettrait une comparaison, d'une part, des zones dont la morphologie signifierait des risques et, d'autre part, des zones effectivement entaillées.

L'encroûtement superficiel

Bien que non négligeable si l'on en juge les effets en aval, l'état d'encroûtement superficiel des parcelles cultivées pourrait être plus alarmant, eu égard à la texture des horizons superficiels et à ses faibles taux de matière organique (de l'ordre de 0,5-0,7%, PEREZ, comm. orale). Bien sûr, il faut tenir compte que les observations de saison sèche ne peuvent renseigner que médiocrement sur les états de surface d'hivernage. Il importe néanmoins d'attirer l'attention sur quelques points :

- Le couvert assuré par l'*arachide* tend à réduire l'intensité de l'encroûtement, comme l'ont récemment souligné des mesures sous pluies simulées en Côte d'Ivoire (CAMARA, 1989). Les sarclages, puis la récolte tendent à détruire les pellicules superficielles.
- L'enherbement sur le *mil* assure un couvert qui semble, lui aussi relativement efficace. Surprenant en regard de la «propreté» des champs de mil dans les zones plus sèche, ce salissement peut être imputé
 - * aux contraintes de disponibilités en main d'oeuvre : dès début août, le sarclage du mil est délaissé au profit de celui de l'arachide, (DUGUE, comm. orale),
 - * à une densité de semis faible favorisant les adventices, (PEREZ, comm. orale).

Doit-on ajouter que cet enherbement est d'autant mieux toléré que :

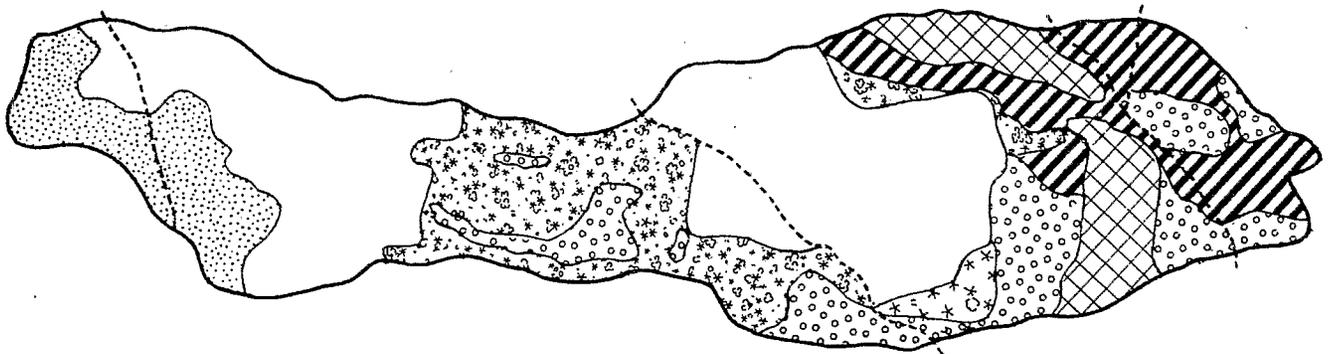
- * la compétition n'intervient que relativement tardivement, à une période où elle s'avère moins critique pour le mil,
- * l'alimentation hydrique est une contrainte moins sensible que dans les régions plus septentrionales,
- * le couvert assuré par les adventices limite la destruction de la surface du sol et les pertes par ruissellement ?

A cet égard, il serait intéressant d'étudier, à l'aide par exemple de la simulation de pluie, l'influence du nombre de sarclages sur l'intensité de l'encroûtement superficiel, l'infiltrabilité et la détachabilité.

Bassin Versant de KEUR DIANKO (S2)

Carte des états de surface

Christian Valentin



Echelle
0 200 400 m

Légende



Unité 1 : Brousse tachetée,
faiblement dégradée



Unité 4 : Talus de plateau
cuirassé



Unité 6 : Champs à faibles
réorganisations
superficielles



Unité 2 : Brousse tachetée,
moyennement dégradée



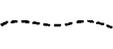
Unité 5 : Jachère



Unité 7 : Champs à réorganisations
superficielles moyenne



Unité 3 : Brousse tachetée
dégradée.



Piste