

CHAPITRE IX

QUESTIONS DE METHODOLOGIE

Jean-François RICHARD
Albert DIAGNE

I. PRINCIPAUX PROBLÈMES

Vouloir dépasser de premières impressions pour étudier, véritablement, la dynamique d'un paysage pose un certain nombre de problèmes (Richard, 1989, Rougerie et Beroutchachvili, 1991).

Il faut tout d'abord essayer d'analyser le milieu dans sa globalité : le déboisement peut avoir des conséquences sur la mobilisation et la déflation du sable mais aussi sur les activités animales et l'humification de la matière organique à la surface du sol, et encore sur l'évaporation et les réserves en eau des sols. La méthode proposée privilégie une vision verticale du milieu, vision complète allant de la cime des arbres jusqu'au substrat purement minéral (ici, le sable des dunes ou les limons du fleuve). Cette méthode d'analyse s'accompagne de la reconnaissance, la plus exacte possible, des différentes composantes du milieu.

A l'aide de diagnostics spécialisés, on définira par exemple l'encroûtement caractéristique de la surface des sols sahéliens, en distinguant tous les stades de formation de ces croûtes, depuis la pellicule de "battance", encore marquée par les traces des gouttes de pluies, jusqu'aux esquilles brisées et démantelées, en passant par les surfaces durcies par la dessiccation. A une première échelle, celle de la station, ce sont 44 de ces diagnostics qui ont été utilisés pour caractériser chaque état du milieu.

Il faut ensuite imaginer des techniques d'observation suffisamment précises pour mettre en évidence des évolutions dont les conséquences se font parfois attendre plusieurs années ; alors que le suivi sur le terrain ne dure, lui, que quelques mois ! La technique retenue tient compte de l'hétérogénéité inhérente au milieu. Elle consiste à caractériser un «point central», jugé représentatif d'un milieu donné, à l'aide de sondages nombreux, mais de plus en plus espacés vers la périphérie de la station.

Chaque station est matérialisée par un point fixe, situé au centre d'un cadre métallique permanent. A partir de ce point, on tend une cordelette selon 8 rayons (orientés selon les points cardinaux). Cette cordelette comporte 25 graduations de plus en plus espacées selon la loi $f(x) = (e^x)^{1/3}$. Soit : 1-5-2-3-4-5-7-10 cm 21-29-40 m. Les observations ne concernent, ici, que la partie supérieure du milieu : à chaque marque sur la cordelette, on déplace une tige métallique verticale (la plus fine possible) graduée selon une échelle géométrique partant de la surface du sol (cf. tableau 2). C'est le long de cette tige, ou au droit de cette tige pour les hauteurs supérieures à 2 m, que l'on compte le nombre de contacts avec les différentes composantes du milieu, répertoriées selon les diagnostics précédents. Cette technique, déjà expérimentée avec J-C. Filleron en Côte d'Ivoire, s'inspire du "point-quadrat" des phytosociologues (en la généralisant à l'évaluation et au suivi de l'ensemble des volumes naturels directement visibles).

Enfin, le problème sans doute le plus difficile est celui de la validation de ces observations, observations précises mais nécessairement très ponctuelles : quelle est la représentativité d'une dizaine de stations isolées ? Comment généraliser ? Et conclure à l'échelle d'une région tout entière ?

La solution consiste à multiplier les observations, en suivant toujours les mêmes principes mais en utilisant une technique beaucoup plus rapide à mettre en œuvre. Cette technique est celle du "relevé intégré du milieu", tel qu'il est maintenant largement pratiqué en Afrique de l'Ouest à l'échelle de la région. Toujours selon la verticale, l'ensemble du milieu est analysé en fonction des différentes «strates», «couches» ou «horizons» qui apparaissent sur le terrain, et ce sont toutes les composantes de ces «couches» qui font l'objet de diagnostics et d'évaluations chiffrées.

Les emplacements de ces relevés, qui intègrent cette fois non seulement la végétation et les états de surface du sol mais aussi les sols et les formations superficielles, sont choisis après avoir analysé le paysage lui-même. c'est-à-dire après avoir isolé les "segments paysagiques" qui apparaissent sur les photographies aériennes et qui serviront d'unités cartographiques finales (dans le cas des cartes à moyenne échelle). Les relevés sont ensuite effectués le long de "toposéquences" recoupant les segments du paysage. Le traitement des données recueillies sur le terrain aboutit à des typologies, et c'est par rapport à ces typologies que l'on peut juger de la représentativité de chaque station, et généraliser - ou non - les résultats ponctuels à des "types de milieu" couvrant des espaces plus vastes.

Les stations ont été situées le long de trois toposéquences perpendiculaires à la vallée, tracées au droit de Guem Yalla, Tarédji et Ndioum (fig. 37).

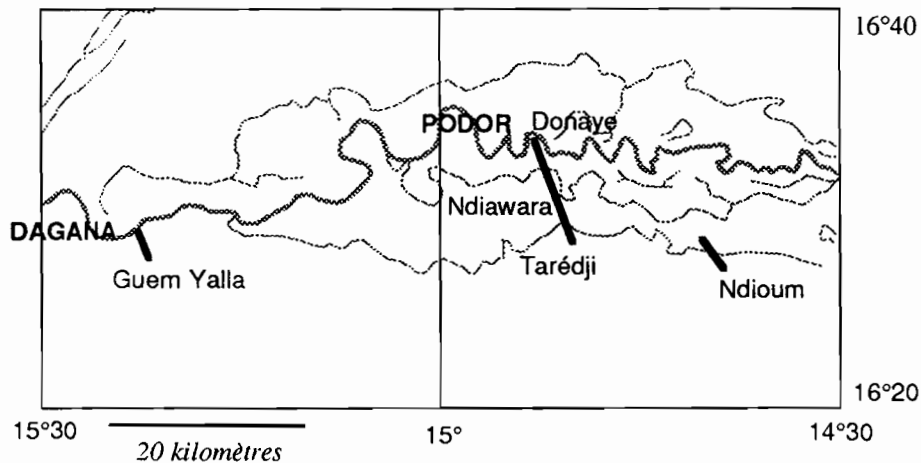


Fig. 37: Localisation des observations
(toposéquences et limites des coupures cartographiques à 1:50 000)

Le choix des stations a aussi tenu compte du degré de dégradation du milieu. Certaines observations n'ont pu être menées à leur terme (en particulier dans les cuvettes aménagées), mais d'autres ont permis de saisir les conséquences immédiates d'un déboisement intensif (tabl. 26).

| Milieux | "DIERI" Dunes | | Transition Diéri/Walo | | "WALO" | | | |
|----------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------|----------|
| | Sommets | Versants | Avancée dunaire | Contact linéaire | Levées anciennes | Levées récentes | | Cuvettes |
| | | | | | | limoneuses | sableuses | |
| Protégés | | | | | | NDW II | | |
| Peu perturbés | Gy I NDM I | Gy II NDM II | TAJ | GY III a | | | NDM III | Ndm V |
| Dégradés | | | | | Gy V NDW I | Gy VI DON II | | Gy IV |
| En cours de dégradation | | | | GY III b | | DON I | | |

GY : Guem Yalla NDM : Ndioum TAJ : Tarédji NDW : Ndiawara DON : Donaye

Tabl. 26 Echantillonnage et stations retenues
(les stations retenues ont leurs initiales en capitales)

Les observations stationnelles se sont poursuivies de décembre 1988 à octobre 1990. Elles n'ont pas toujours été très régulières mais, par contre, elles ont eu la chance de couvrir deux saisons des pluies très représentatives du phénomène de sécheresse : l'année 1990 a été une année pluviométrique nettement déficitaire par rapport à l'année précédente (fig. 36a).

Au total, pour l'ensemble de la Moyenne Vallée, 107 états du milieu ont été caractérisés, comme sur la partie gauche du tableau 27. Ce sont les changements d'état des dix stations retenues plus haut qui ont été mis en évidence, comme sur la partie droite du même tableau.

2. DÉFINITIONS

Les deux séries de tableaux obtenus (*annexe 2*) permettent de préciser ce que l'on peut entendre par dynamique du milieu.

Le tableau d'un état du milieu concerne une station donnée à une date donnée : la fréquence de chaque composante est reportée en fonction de sa hauteur au-dessus de la surface du sol. Ce genre de tableau peut être schématisé et montrer la structure verticale de l'état considéré (*cf.* fig. 40 et 46).

Le tableau des changements d'état d'un milieu concerne une station donnée, observée ici pendant deux ans. Chaque colonne est le résumé d'un état du milieu : c'est la somme des fréquences des composantes, quelles que soient leurs hauteurs. Le traitement de ce genre de tableau permet d'établir des typologies, et la comparaison de deux colonnes successives correspond — ou non — à un changement d'état significatif.

Deux interprétations sont alors possibles :

- on peut faire apparaître les tendances évolutives marquant la période allant de décembre 1988 à octobre 1990 par simple régression (linéaire ou polynomiale) des diagnostics avec le temps ; ces évolutions recouvrent des changements d'état interannuels qui, dans certains cas, peuvent apparaître irréversibles (*cf.* fig. 44),

- après soustraction de ces tendances évolutives, on peut aussi mettre en évidence des variations cycliques (ce sont les "résidus" des corrélations précédentes.) ; ici, ces variations correspondent à des changements d'état saisonniers réversibles (*cf.* fig. 43).

Ces deux séries de courbes sont plus faciles à comprendre dès que les diagnostics de terrain font eux-mêmes l'objet d'une interprétation préalable et d'une traduction en termes de processus (*annexe 3*) :

- la variation de chaque composante du milieu dans le temps correspond directement à un ou quelques processus élémentaires ,
- la mise en corrélation de toutes ces variations permet de regrouper les composantes du milieu évoluant de la même manière et de définir des processus d'ensemble.

C'est ainsi que sept dynamiques générales ont été mises en évidence et quantifiées :

- 1 = dépérissement de la végétation, qu'elle soit herbacée ou ligneuse.
- 2 = développement et expansion de la végétation ligneuse.
- 3 = régénération naturelle ou traumatique de la végétation ligneuse.
- 4 = croissance de la végétation herbacée (y compris la végétation lianescente) synchronisée avec la floraison de la végétation ligneuse.
- 5 = activité bio-organique à la surface du sol (associant accumulations de matière organique et activités animales mais aussi piégeage de matière minérale fine et autres phénomènes liés à la formation puis à la fragmentation de la croûte de dessiccation).
- 6 = dénudation de la surface du sol suivie d'une mobilisation et d'une déflation des sables (laissant sur place, ou plus en aval, des éléments plus grossiers, parfois triés par le ruissellement ; ces éléments grossiers sont dus au moins en partie à des remontées d'origine animale).
- 7 = perméabilisation de la surface du sol, à la fois liée aux mécanismes bio-organiques évoqués ci-dessus et à des mécanismes physiques (fentes de retrait et démantèlement de la croûte de dessiccation).

Concernant la surface du sol, on retiendra qu'il y a une opposition marquée entre une dynamique d'accumulation, définie par un ensemble de processus étroitement liés entre eux, et une dynamique d'érosion plus ponctuelle, agissant par l'intermédiaire de processus isolés.

| TABLEAU D'UN ETAT D'UN MILIEU | | TABLEAU DES CHANGEMENTS D'ETAT D'UN MILIEU | | |
|--|---|---|---|-----------------|
| Fréquences des diagnostics X | | Fréquences totales des diagnostics X | | |
| observées selon 200 sondages verticaux | | relevées à 13 dates différentes | | |
| HAUTEURS (en cm) | × | DIAGNOSTICS : (composantes du milieu) | × | DATES (N Etats) |
| 0,1 | | | | |
| 0,2 | | HD : hydrophyse | | Déc-88 (2) |
| 0,4 | | DL : dermilite | | Jan-89 |
| 0,5 | | DLE : dermi-épilite | | Fév-89 (3) |
| 0,6 | | NDL : néodermilite | | Mar-89 (4) |
| 0,8 | | DED : dermilite démantelé | | Avr-89 (9) |
| 1 | | PDL : phyco-dermilite | | Mai-89 |
| 1,5 | | PC : phycophytion | | Jui-89 |
| 2 | | ME : mesoépilite | | Jui-89 |
| 2,5 | | MI : microépilite | | Aoû-89 (10) |
| 3 | | MA : macroépilite | | Sep-89 |
| 3,5 | | DLA : dermi-appumite | | Oct-89 (3) |
| 4 | | NC : nécromite | | Nov-89 |
| 4,5 | | TE : téphralite | | Déc-89 (10) |
| 5 | | GR : graines | | Jan-90 |
| 5,5 | | CO : coprumite | | Fév-90 |
| 6 | | NPZ : nécrophytton zoonique | | Mar-90 |
| 8 | | NPL : nécro. ligneux | | Avr-90 (10) |
| 10 | | NPH : nécro. herbacé | | Mai-90 |
| 15 | | NPF : nécro. foliacé | | Jui-90 (5) |
| 20 | | EPZ : épizoolite | | Jui-90 (10) |
| 25 | | ERZ : érizoolite | | Aoû-90 (19) |
| 30 | | NGR : nécrogramen | | Sep-90 (12) |
| 35 | | GRF : gramen (feuilles) | | Oct-90 (10) |
| 40 | | GRT : gramen (tiges) | | Nov-90 |
| 45 | | NKO : nécrokortode | | Déc-90 |
| 50 | | KOF : kortode (feuilles) | | |
| 60 | | KOT : kortode (tiges) | | |
| 70 | | NPL : nécropléiophyse | | |
| 80 | | PLF : pléiophyse (feuilles) | | |
| 90 | | PLT : pléiophyse (tiges) | | |
| 100 | | PN : pénephytton | | |
| 110 | | NAF : nanophyse | | |
| 120 | | NAC : cauli-nanophyse | | |
| 130 | | ST- : stylagé (défeuillé) | | |
| 140 | | ST+ : stylagé (feuillé) | | |
| 150 | | STP : styla-pénephytton | | |
| 160 | | NST : nécrostylagé | | |
| 170 | | PAF : paliphyse (feuilles) | | |
| 180 | | PAC : cauli-paliphyse | | |
| 200 | | PAD : dendri-paliphyse | | |
| 250 | | PAFL : paliphyse (fleurs) | | |
| 300 | | AER : aérophyse fistulaire | | |
| 350 | | AET : aérophyse tubulaire | | |
| 400 | | AEZ : aérophyse zoonique | | |
| 450 | | | | |
| 500 | | | | |
| 550 | | | | |
| 600 | | | | |
| 650 | | | | |
| 700 | | | | |
| 750 | | | | |
| 800 | | | | |
| 850 | | | | |
| 900 | | | | |
| 950 | | | | |
| 1000 | | | | |

Tabl. 27 : Légende des lignes et colonnes des tableaux présentés en annexe

P. MICHEL J.P. BARUSSEAU J.F. RICHARD M. SALL

L'APRÈS-BARRAGES DANS LA VALLÉE DU SÉNÉGAL

*Modifications hydro-dynamiques et sédimentologiques
Conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles*

RÉSULTATS DES TRAVAUX DU PROJET CAMPUS 1989-1992



Collection Etudes

Ministère de la Coopération et du Développement

PRESSES UNIVERSITAIRES DE PERPIGNAN

L'APRÈS-BARRAGES DANS LA VALLÉE DU SÉNÉGAL

Modifications hydrodynamiques et sédimentologiques :
conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles

RÉSULTATS DES TRAVAUX DU PROJET C.A.M.P.U.S. 1989-1992

Programme de Coopération avec l'Afrique et Madagascar pour la Promotion
Universitaire et Scientifique

| | | |
|----------------------------|------------------------|------------------------------|
| Coordinateur : | Pierre MICHEL | Université de Strasbourg (1) |
| Responsables d'opération : | Jean Paul BARUSSEAU | Université de Perpignan (2) |
| | Jean-François RICHARD | Centre ORSTOM de Dakar |
| | Mamadou M. SALL, | Université de DAKAR (3) |
| Participants: | Mariline BA, | Université de Dakar (4) |
| | Hervé CHEVILLOTTE | Centre ORSTOM de Dakar |
| | Cyr DESCAMPS | Université de Perpignan (2) |
| | Albert DIAGNE | Université de Dakar (3) |
| | Ndiacé DIOP | Université de Dakar (3) |
| | E.H. Salif DIOP | Université de Dakar (3) |
| | Bachir DIOUF | Université de Dakar (4) |
| | Joël HUMBERT | Université de Strasbourg (1) |
| | Alioune KANE | Université de Dakar (3) |
| | Michel MIETTON | Université de Strasbourg (1) |
| Jacques MONTEILLET | Université de Yaoundé | |
| Jean-Luc SAOS | Centre ORSTOM de Dakar | |

(1) U.F.R. de Géographie - C.E.R.E.G.

(2) Laboratoire de Recherches en Sédimentologie Marine

(3) Département de Géographie

(4) Département de Géologie

Presses Universitaires de Perpignan

1993