

ÉTUDE DU FONCTIONNEMENT DES VALLÉES SÈCHES DU PLATEAU DE MBÉ (CONGO) PROBLÈMES HYDROLOGIQUES ET MORPHOLOGIQUES

Bernard GUILLOT* et B. PEYROT**

* Géographe O.R.S.T.O.M., S.S.C. de l'O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy

** Géographe, Université Marien NGouabi, Brazzaville, République Populaire du Congo

RÉSUMÉ

Le plateau de Mbé (Congo), partie méridionale d'un ensemble de grès perméables, est couvert d'une savane arbustive entrecoupée de rares boqueteaux. Malgré une pluviosité abondante (1800 mm) il est très peu accidenté, et les principales manifestations de la présence de l'eau sont des dolines, des marais, et les vallées sèches. Celles-ci sont surtout nombreuses au sud-ouest, et celles qui convergent pour former le réseau de la Mobana ont des formes très fraîches, qui dénotent, malgré la très faible fréquence des écoulements, une activité certaine. Les profils en long et en travers, et l'histoire récente des rares crues, provoquées par de violentes averses et le débordement des marais d'amont, montrent qu'il s'agit d'une activité de type cataclysmique, qui s'exerce de façon très brève dans le temps, mais assez efficacement pour provoquer le creusement et l'entretien des drains. L'examen des photographies aériennes révèle d'ailleurs des phénomènes de ce genre dans les environs immédiats du plateau, où des cirques d'érosion, et des vallées sèches d'un autre type, fonctionnent de manière semblable. Malgré la faible cohérence du matériau dans lequel elles se sont enfoncées (sables argileux) les vallées du plateau subissent une forte influence de la structure, avec alignement des axes sur les directions combienne et mayombienne, qui régissent l'orientation de beaucoup d'autres rivières du Congo. Sur les flancs de la vallée principale de la Mobana des termitières indurées, transformées en blocs de cuirasse, ou peut-être en roches silicifiées, devraient renouveler l'étude de ces problèmes, par une prise en considération accrue de l'action des êtres vivants.

ABSTRACT

THE DRY VALLEYS OF THE MBÉ PLATEAU: SOME HYDROLOGICAL AND MORPHOLOGICAL PROBLEMS

The Mbé Plateau (Congo), in the southern part of a porous sandstone area, is covered by a bush savanna vegetation with a few small woods. Despite a heavy rainfall (1800 mm), the region has a fairly even landscape, the main signs of water being dolinas, marshland and dry valleys. The latter are particularly frequent in the south-west; those which converge to form the Mobana system have a recent type of form which denotes activity, despite the very low frequency of the flow. Their longitudinal and cross sections, and the rare floods which occurred recently following violently strong showers that caused the upstream marshes to overflow, all point to a cataclysmic type of activity, happening over a very short period of time, but intense enough to hollow out and maintain the watercourses. Moreover, aerial photographs reveal similar phenomena in other areas bordering on the plateau, where erosion basins and another type of dry valley function in a similar manner. Despite the low cohesion of the material into which they have subsided (clay sands), the plateau valleys are strongly influenced by the structure, falling in line with the Combian and Mayombian axes, which govern the orientation of many other Congo rivers. On the slopes of the main Mobana valley, termitaries which have been solidified and transformed into blocks of cuirass, or perhaps silicified rock, should revive the study of these problems in drawing more attention to the action of living beings.

Au nord de Brazzaville, une puissante série détritique, d'origine continentale, que l'on désigne localement par l'expression « sables Batéké », couvre environ 80 000 km² sur le territoire de la république du Congo. Les plateaux, dont celui de Mbé forme la partie méridionale, n'occupent qu'une faible part de cette superficie. Leur sommet, recouvert d'une végétation de savane arbustive entrecoupée de forêts de toutes dimensions, n'offre sur de vastes étendues qu'un relief très peu prononcé. On y remarque quelques dépressions fermées, de type karstique, souvent très peu enfoncées et parfois marécageuses, et des vallées sèches, plus ou moins bien organisées en réseaux. Ces vallées, par leur origine, leur mode de fonctionnement, et leur évolution, posent des problèmes hydrologiques et morphologiques très particuliers; l'étude de celles qui convergent vers la Mobana, au sud-ouest du plateau de Mbé nous a paru, de ces divers points de vue, très instructive.

Un sous-sol gréseux perméable

Les roches qui composent la série détritique continentale se sont accumulées depuis le secondaire dans l'aire de subsidence de la cuvette congolaise. A la base de cette formation, et reposant sur les grès précambriens de l'Inkissi, se trouve la série du Stanley-Pool, jurassico-crétacée, à faciès grés-argileux. Au-dessus on distingue la série des sables bateké, subdivisée en un niveau éogène de grès polymorphes, et en un manteau supérieur néogène argilo-sableux. « La puissance globale des deux formations est d'environ 420 m », précise A. LE MARÉCHAL (1). La série du Stanley-Pool aurait une épaisseur d'une cinquantaine de mètres, celle des grès polymorphes éogènes, de 280 m, et le recouvrement argilo-sableux, de 90 m. Un léger pendage, en direction du nord-est, correspondrait à la disposition structurale de l'ensemble de la formation sédimentaire, inclinée vers la cuvette congolaise.

Les faciès font état d'un matériel grés-sableux à passées argileuses et niveaux ou lentilles silicifiées. Les grès du Stanley-Pool débutent par des argilites, puis présentent un niveau compact, et se terminent par des grès feldspathiques blancs tendres, au sein desquels on observe très nettement une stratification entrecroisée d'origine éolienne. Déposée en milieu vraisemblablement aride pour ce qui est de ses niveaux supérieurs, cette formation a connu un épisode fluvio-lacustre qui expliquerait la présence

d'un niveau intraformationnel silicifié, façonné lors de la phase d'assèchement.

Les grès bateké présentent aussi une stratification entrecroisée de type éolien, avec des indices d'interruption de ce processus, indices qui, selon les auteurs, correspondraient à des submersions lagunaires ou lacustres. Ces grès polymorphes apparaissent comme un ensemble de grès tendres, au contact avec les niveaux supérieurs du Stanley-Pool; ils sont plus durs au-dessus, avec de fréquents noyaux silicifiés, et redeviennent tendres au sommet de la série.

Les sables ocres de la surface, appelés aussi sables argileux, seraient d'âge néogène et procéderaient d'un contexte fluvio-lacustre. Cette formation se subdivise en deux étages, un manteau sablo-argileux épais de 20 à 25 m recouvrant le deuxième niveau sous-jacent, plus argileux, que l'on suit en profondeur jusqu'au contact avec les grès polymorphes, souvent silicifiés, ou d'aspect quartzitique. Des analyses effectuées au laboratoire de l'O.R.S.T.O.M., à Brazzaville, sur des échantillons de terrains prélevés sur les versants de la Mobana, jusqu'à une profondeur de 40 m, ont donné les résultats figurant au tableau I.

TABLEAU I

Analyse granulométrique de sables ocres du plateau de Mbé (D. LAURENT)

Profondeur Matériaux (%)	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m
Argile.....	12,3	14	21,4	19,7	18,7	19	17,9	17,1
Limon fin..	1,1	1	1,2	0,8	0,4	1,6	0,9	1,9
Limon gros- sier.....	2,1	2,1	2,4	2,2	2,1	2,5	2,7	3,1
Sable fin...	59,9	60,6	55	55,6	57,3	58,2	59,3	59,6
Sable gros- sier.....	20,9	20	19,1	20,1	19,7	17,8	18,8	18,4

Ultérieurement, un « mouvement épeirogénique aurait soulevé la zone en la gauchissant » vers le nord-est (2); puis un réseau hydrographique se serait établi à la surface des sables ocres, en suivant la pente topographique et les axes de fractures. En effet l'agencement des grandes vallées qui dissèquent les plateaux semble avoir été guidé en grande partie par la structure, et les cours d'eau auraient ainsi utilisé le réseau de fractures, en s'y adaptant. Cette

(1) LE MARÉCHAL (A.), 1966, p. 4.

(2) LE MARÉCHAL (A.), 1966, p. 22.

TABLEAU II

Précipitations moyennes annuelles, coordonnées géographiques et altitude de quelques stations

Stations	Brazzaville	Ngabé	Inoni	Mpouya	Djambala	Lekana	Gamboma
Latitude (sud).....	4°15	3°13	3°04	3°37	3°30	2°19	1°52
Longitude (est).....	15°14	16°10	15°39	16°13	14°44	14°35	15°52
Altitude (m).....	310	290	680	390	790	810	320
Précipitations (mm).....	1 394	1 532	1 856	1 574	2 023	2 184	1 804

situation est fréquente au Congo, et nous avons signalé des cas de ce type dans la région de Boko et dans la vallée du Niari (1).

Les sables, grâce à leur perméabilité, ont offert une assez bonne résistance à l'érosion. Le ruissellement est en effet très limité, dans le temps et dans l'espace, même sur les sables ocres, pourtant plus riches en argile que la masse des grès sous-jacents. Les eaux de pluie disparaissent rapidement, pour être ensuite restituées aux rivières. Dès qu'elles ont pu se former, celles-ci, travaillant sur des matériaux meubles, s'enfoncent rapidement et atteignent vite un profil d'équilibre stable. Dans la zone la plus élevée, au sud-ouest, la surface d'origine a été démantelée, et a donné lieu au type de paysage que G. BOCQUIER a appelé la zone des hautes collines (2). Au nord-est la concentration des eaux en puissantes rivières a créé un relief de « basses collines », à réseau hydrographique plus dense, qui disparaît progressivement sous les alluvions de la cuvette congolaise. Les plateaux forment, en position intermédiaire, de gigantesques tables témoins. Celui de Mbé est le plus massif et le plus étendu (7 500 km²).

Une végétation en cours d'évolution

La végétation des plateaux est formée de savanes, et de forêts ou boqueteaux isolés davantage en accord avec le climax, indubitablement forestier. Si forêt et savane paraissent en position d'équilibre, cette stabilité est en effet artificiellement maintenue par le feu. J. KOEHLIN a relevé dans la région de Brazzaville des exemples de progression spectaculaire de la forêt, et les photos aériennes montrent en certains endroits du plateau de Mbé une colonisation rapide de l'espace par les bois, dans les zones les mieux abritées des feux, et des vents de sud-ouest, dominants en saison sèche ; de même les nombreuses savanes incluses sont piquetées d'arbres isolés ou de

boqueteaux, et elles semblent vouées à une rapide disparition.

Des précipitations abondantes

Ces observations sont parfaitement en accord avec ce que l'on sait du climat, dont l'une des composantes principales est l'abondante pluviosité. Les stations des plateaux sont malheureusement rares, et n'ont pour la plupart fonctionné de façon satisfaisante qu'un petit nombre d'années. Les chiffres que l'on a relevés montrent une corrélation nette avec la latitude, et avec l'altitude.

Les stations des plateaux (Djambala, Inoni et Lekana), à latitude identique, sont beaucoup plus arrosées que celles des vallées. L'un des principaux caractères des précipitations est leur irrégularité. Les variations interannuelles peuvent atteindre de grandes proportions ; à Lekana il est tombé 2 718 mm en 1953, et seulement 1 656 en 1954.

Hydrographie et densités de drainage

Les précipitations et le comportement hydrologique des grès ont contribué à créer un relief très particulier à la surface des plateaux, de celui de Mbé et de son extrémité sud-est en particulier. Ce qui frappe c'est l'absence d'écoulement permanent sur de vastes étendues, et une répartition très inégale des principales manifestations de l'action de l'eau et de l'érosion que sont les marais, les dolines et les vallées sèches. Sur la carte (fig. 1) on remarque que les vallées sèches, presque absentes au nord-est et au centre, sont de plus en plus nombreuses à mesure que l'on s'avance vers le sud-ouest. La densité de drainage, de nulle, devient progressivement plus importante, jusqu'à atteindre, aux têtes des réseaux concurrents de la Mary et de la Djilli, des valeurs presque normales, si l'on tient compte, bien entendu,

(1) PEYROT (B.), 1978.

(2) BOCQUIER (G.), 1958.

de l'état « sec » des thalwegs. Cette répartition dans l'espace est apparemment en corrélation avec ces deux éléments favorables au développement d'écoulements organisés que sont la pente et les marais.

Il semble aller de soi, dans des conditions « normales », que l'augmentation des pentes entraîne une multiplication des chenaux de drainage. C'est ce qui se produit effectivement en un autre endroit du Congo, où des mesures systématiques ont révélé une corrélation positive entre ces deux variables (1).

TABLEAU III

Unités de paysage et corrélation pente-densité de drainage dans le district de Mouyondzi (Congo)

Unités de paysage	Surface (km ²)	Déni-velées moyennes (m)	Indice de pente	Indice de densité de drainage
Plateaux de Mouyondzi.	308,8	46	7,0	2,41
Plateaux occidentaux...	151,3	80	12,7	4,25
Vallée de la Bouenza....	81,3	115	17,5	5,65

L'accroissement de la pente et des dénivelées, en favorisant le ruissellement et en augmentant sa puissance érosive, contribue donc, en zones homogènes, à multiplier les thalwegs, temporaires ou permanents.

On pouvait raisonnablement se demander si l'on observait le même enchaînement dans le contexte de roches du type des grès des plateaux, dont la perméabilité limite singulièrement les proportions d'eau ruisselée. Nous n'avons pas conduit à cet égard d'étude systématique, qui eût exigé un temps très long, et pour laquelle nous ne disposions pas de documents cartographiques d'une précision suffisante ; nous nous sommes contentés d'isoler trois secteurs témoins, représentatifs des diverses zones qui apparaissent comme homogènes sur la figure 1. En 2a (fig. 2) est décrit un bassin versant de l'une des branches supérieures de la rivière Mati. Le réseau des thalwegs, repérés sur la photographie IGN

n° 688, occupe tout l'espace. Le ruissellement, bien que rare, est assez important pour avoir provoqué la formation de vallons bien dessinés, et hiérarchisés. Si on l'étudie comme un cours d'eau normal le bassin de la branche maîtresse, d'ordre 4 (classification de Horton), et longue de 4,300 km, réunit 66 organismes, dont un d'ordre 3, dix d'ordre 2, et 54 d'ordre 1, soit une progression géométrique de raison 3,7, proche de la normale. La densité de drainage (longueur totale des cours d'eau rapportée à la surface du bassin) est de 4 (29,1 km de cours d'eau pour 7,2 km²). Hormis le caractère temporaire de l'écoulement tout ceci concourt à décrire un réseau bien développé et structurant tout l'espace.

Le deuxième secteur témoin (fig. 2b) correspond à une fraction du cours supérieur de la Mobana 2. Il est situé à la charnière entre la partie sud-occidentale du plateau de Mbé, faite, comme on vient de le constater, de vallonnements dont l'évolution est commandée par un lacis assez serré de thalwegs, et la partie sud-orientale, où la surface du plateau, quasi horizontale, voit disparaître peu à peu les manifestations de processus érosifs liés à des écoulements. Nous n'avons pas pu délimiter un bassin versant en tant que tel, car les surfaces drainées par les ravins ne sont pas faciles à délimiter, que ce soit dans les plaines sèches, ou au sein des nombreux marais. Dans le cadre que nous nous sommes donné, la Mobana apparaît comme une artère d'ordre 4, qui reçoit 1 tributaire d'ordre 3, 8 d'ordre 2, et 32 d'ordre 1, ces derniers n'étant assez souvent que de minuscules ravineaux. Dans ce milieu déjà peu propice au ruissellement, l'effet des marais sur la constitution et l'entretien des ravins paraît plus important que celui de l'écoulement direct à partir de l'eau des averses. La densité de drainage (1,8 km de cours d'eau par km²) atteint encore un niveau honorable.

Dans le secteur 3 (fig. 2c), situé un peu plus à l'est, cette évolution aboutit à la quasi-disparition de l'écoulement direct organisé. Les manifestations du ruissellement sont encore importantes, mais elles sont désormais étroitement liées aux marais. Les ravins qui en sont issus en constituent les émissaires temporaires, sans doute au moment des crues de fin de saison humide, lorsque le niveau de l'eau atteint une hauteur suffisante, notamment dans les mares qui occupent le fond des dolines, et qui sont souvent

(1) GUILLOT (B.), 1977, p. 98. Les paramètres qui figurent dans le tableau III ont été calculés, sur les cartes au 1/50 000, au moyen d'une grille à maille centimétrique. Au sein de chaque carré les dénivelées expriment l'écart (en mètres) entre le point le plus haut et le point le plus bas ; l'indice de pente correspond à la somme des dénivelées constatées sur les médianes, et l'indice de drainage a été obtenu par l'addition des intersections des thalwegs avec les côtés. Les unités de paysage ont été définies suivant des critères d'homogénéité, par des méthodes cartographiques, à la suite de mesures de ce genre.

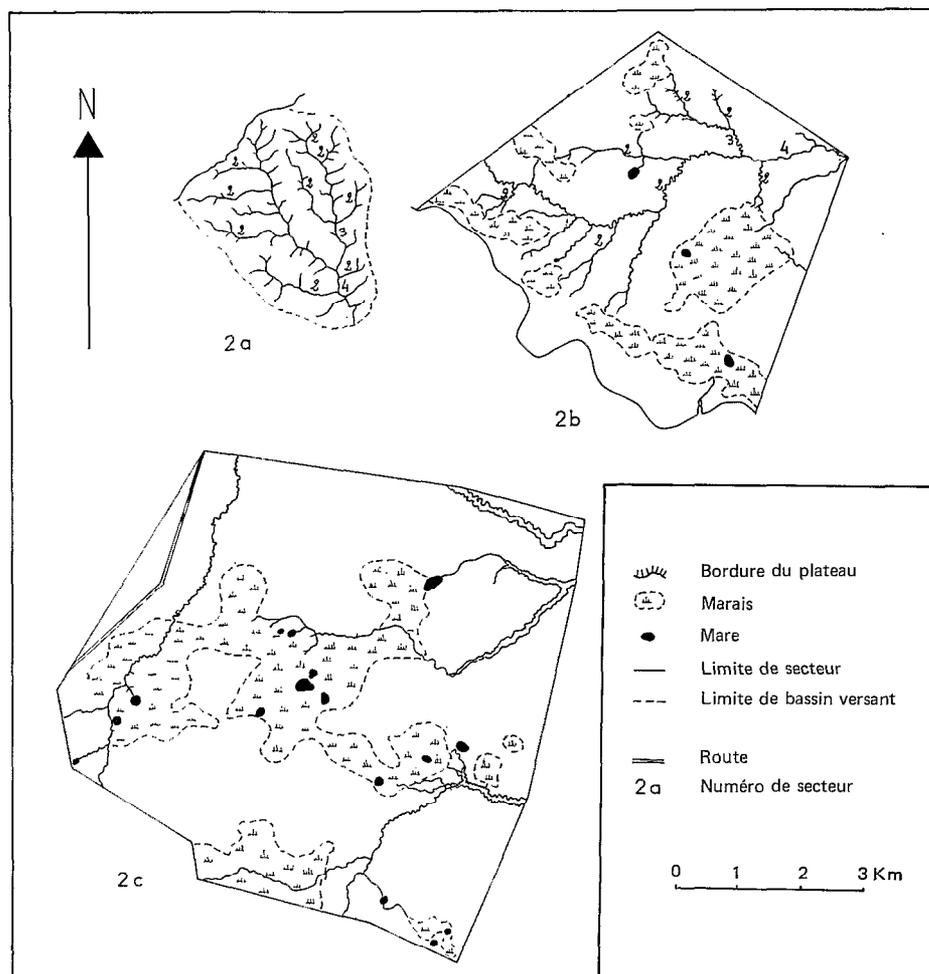


Fig. 2. — Réseaux de drainage du plateau de Mbé.

à l'origine des thalwegs. Les plaines sèches, dont la pente d'ensemble est très faible, ne donnent plus lieu à des écoulements, et aucun cours d'eau n'en sort. La densité de drainage (37 km de ravins pour une surface de 43 km², soit 0,9), est sans grande signification.

Avec la disparition des marais (il n'y en a pratiquement plus au nord de la Mobana 2) et la raréfaction des dolines occupées par des mares, toute trace de drainage, ou plutôt d'écoulement concentré de l'eau disparaît, et les grandes plaines du nord-est forment un immense secteur à densité de drainage nulle.

Ainsi les calculs précédents montrent qu'il existe un certain nombre d'unités physiques bien marquées, en corrélation, semble-t-il, avec la pente d'ensemble du plateau. Celle-ci n'est pas facile à estimer ; au sud-ouest on peut supposer que la surface originelle a subi un abaissement important du fait de l'érosion, car

les zones planes qui pourraient en être les témoins ont disparu ; d'autre part l'équidistance des courbes de niveau sur les cartes IGN au 1/200 000 (40 m) n'autorise pas des mesures d'une bonne précision. Néanmoins la représentation schématique des courbes, sur la fig. 1, montre un accroissement progressif des distances entre elles, à la fois vers le nord-est, et l'est/sud-est.

Dans la zone la mieux drainée l'inclinaison était sans doute la plus forte. Les interfluves plongent rapidement vers l'aval, et de plus en plus à mesure que l'on approche de la bordure occidentale, notamment au voisinage des « falaises » d'Isele, où la courbe de niveau 800 m fait deux apparitions. A l'origine la pente était sans doute voisine de 10 ‰. Au-delà, pour passer de la courbe 760 à la courbe 720 m, soit, *grosso modo*, entre les secteurs 1 et 2, il faut parcourir 15 km environ, ce qui correspond à une

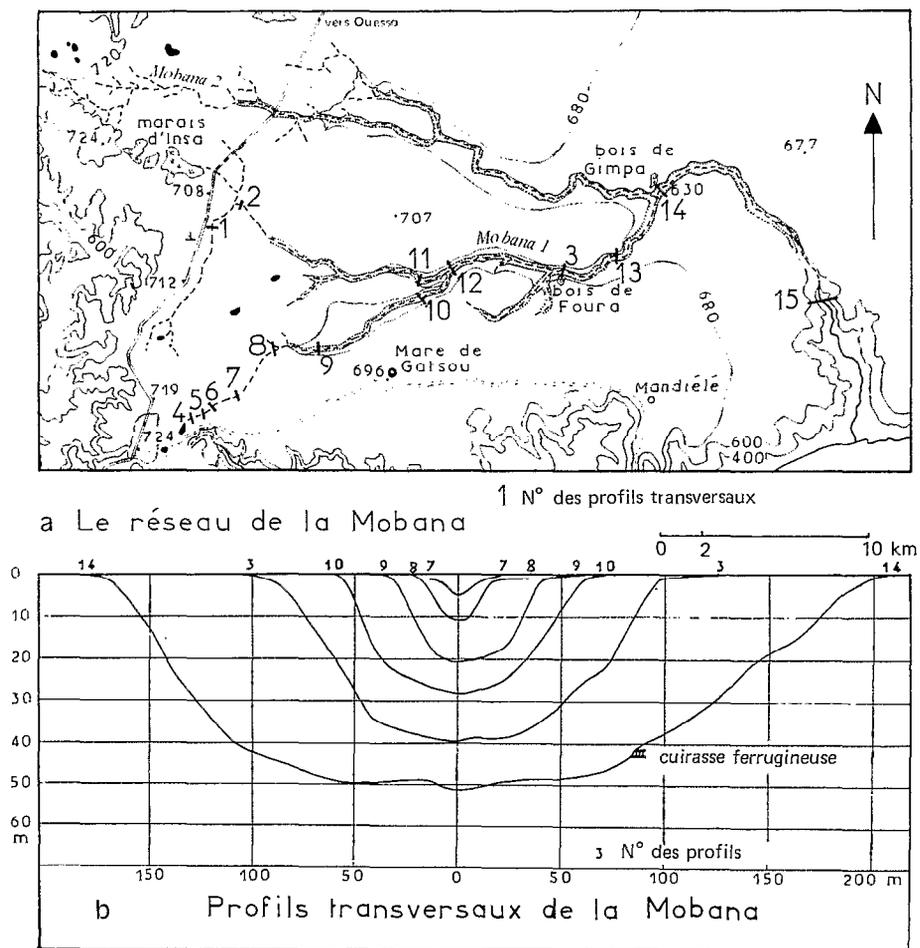


Fig. 3.

déclivité de 2 à 3 %, encore perceptible sur le terrain, notamment le long de l'ancienne route de Boulankio à Mépabé. Il faut ensuite cheminer sur 27 km pour arriver à la hauteur de la courbe 680 m ; l'inclinaison, désormais très faible, n'est plus perçue, et la surface du plateau prend tout à fait l'allure d'une table horizontale, aux perspectives rejetées à l'infini, où l'on ne distingue plus l'aval de l'amont.

Les caractéristiques hydrologiques ainsi décrites semblent donc suggérer que l'apparition des ravins est dépendante d'un seuil de fonctionnement, seuil lié lui-même à la pente et à la perméabilité des sables, et commandé aussi localement par les marais. Avant de conclure il convient cependant d'examiner d'un peu plus près le réseau existant, et son mode de fonctionnement. Dans ce but nous avons effectué une étude détaillée de la Mobana.

Le réseau des vallées sèches de la Mobana

La Mobana (fig. 3), longue de 48 km, réunit en un organisme unique apparemment bien structuré toute une série de vallées sèches, nombreuses dans la partie amont du bassin, où elles donnent naissance, par leur convergence, aux branches sud et nord (Mobana 1 et Mobana 2). Celles-ci confluent à la cote 630, et le ravin qui en est issu parcourt encore une dizaine de kilomètres, avant de se transformer en une rivière permanente, la Mampounou. La branche sud (Mobana 1), qui présente un plus grand développement, et dont les tributaires ont créé des vallées aux formes plus fraîches, a été seule étudiée en détail. Elle a été, à son origine méridionale, excellemment décrite par G. SAUTTER, qui montre l'une de ses composantes principales issue «... de l'un de ces

marécages saisonniers, à soubassement d'altos imperméable, et maigre végétation herbacée... décrits jadis par BABET sous le nom de « lességués »... [De] ce marais... part une très légère rainure, minuscule entaille d'érosion vive, qui suit vers le nord-est la pente de la surface du plateau sans paraître s'enfoncer le moins du monde... Cette espèce de rigole n'est qu'un élément d'un double réseau d'entailles pareillement sèches, vives et superficielles tendu sur toute la portion méridionale du plateau de Mbé ». L'autre composante longe pendant plusieurs kilomètres la route nationale n° 2 (Brazzaville-Ouesso), avant de bifurquer brusquement vers l'est : « Nous avons suivi, sur des kilomètres, les méandres extraordinairement nets et frais que décrit le thalweg, sans observer le moindre changement dans la morphologie. L'encaissement, en particulier, ne semble ni augmenter, ni diminuer. C'est seulement sur les vues aériennes... que l'on voit la ravine diminuer lentement de largeur et de profondeur jusqu'à son origine, faite de deux branches distinctes, qui paraissent bien, comme dans le cas précédent, sortir d'épandages saisonniers » (1).

Ces formes n'ont jamais fait l'objet d'une étude précise. Si les photographies aériennes en donnent une vue globale satisfaisante elles ne permettent pas, étant donné l'échelle des clichés (1/50 000), d'entrer dans la finesse du détail. Aussi nous avons résolu de faire sur le terrain une série de coupes transversales, aux endroits qui nous ont semblé être les mieux placés pour mesurer l'évolution des profils en long et en travers, et les modifications, d'amont en aval, de la profondeur et du volume des ravins. Ces 14 coupes sont indiquées sur la figure 3a (2).

La figure 3b montre, en un raccourci saisissant, combien la ravine du début se transforme en une vraie vallée, et elle permet d'entrevoir les diverses étapes de ce processus. Cette progression continue vers l'aval, en taille et en volume, et la conservation de la fraîcheur des formes, apporte également un argument de poids en faveur de la thèse, que nous soutenons, qui veut que ces organismes fonctionnent toujours.

La vallée de la Mobana 1 évolue par sauts brusques, liés à des confluences entre lesquelles on observe de longues sections où les modifications sont très progressives. Nous voyons dans ce comportement une belle démonstration de la théorie des seuils, telle que l'a présentée R. BRUNET. Dans le cas qui nous occupe, ces changements brutaux sont étroitement liés à la nature même des phénomènes qui sont mis en jeu, et

TABLEAU IV

Établissement d'un profil transversal (profil n° 11)

Distances mesurées (m)	Pentes		Distances vraies (m)	Id. cumulées	Dénivelées (m)	Dénivelées totales
	grades	%				
8,00	5,5	9	7,95	7,95	0,70	29,95
10,40	25,5	43	9,55	17,50	4,10	29,25
34,80	45,0	83	27,00	44,50	22,40	25,15
10,50	13,5	22	10,25	54,75	2,25	2,75
5,80	6,0	9	5,80	60,55	0,50	0,50
17,60	13,5	22	17,20	77,75	3,80	0,00
33,00	40,5	74	26,45	104,20	18,55	3,80
9,50	37,5	66	7,90	112,10	5,20	23,35
5,00	16,5	26	4,85	116,95	1,25	28,55
						29,80

les augmentations rapides de la profondeur et du volume des ravins ne résultent pas d'une transformation des conditions du creusement, mais traduisent exactement un accroissement concomitant, et rigoureusement comparable, des capacités érosives des thalwegs.

Tout à fait à l'amont, à la sortie du marécage qui lui donne naissance, le cours d'eau, « très légère rainure », est cependant, bien que minuscule, « une entaille d'érosion vive » ; celle-ci est bien inscrite, au fond d'une ample vasque, en pente très légère, et dont les bords se raccordent insensiblement à la surface du plateau. Elle présente une forme en V, avec des versants en déclivité déjà forte, sur de courtes distances (10 grades sur 9 m, rive droite, et 14 grades sur 2,30 m, rive gauche). Vient ensuite une section à évolution lente et progressive, longue de 5 km environ. Le ravineau décrit des méandres, dont certains ont été recoupés ; la vasque qui l'encadrerait à l'origine se fait de plus en plus discrète, et le profil en travers se rétrécit bientôt aux dimensions de l'entaille centrale, dont la profondeur n'augmente pas beaucoup, puisqu'elle passe de 2 m (coupe n° 4) à 2,50 m (coupe 5), puis à 3 m (coupe 6) et 4 m (coupe 7). Les premières pentes caractéristiques de la partie centrale des versants de ces vallées, et qui doivent correspondre à la limite de l'équilibre des terrains dans la strate supérieure des sables ocres, sont présentes dès la coupe 7 (rive concave d'un méandre), avec 44 grades sur un peu moins de 3 m.

(1) SAUTTER (G.), 1969, p. 58.

(2) Les distances ont été mesurées au double décimètre, et les pentes et les azimuts à l'aide d'une boussole « Chaix Universelle », à clinomètre incorporé. Les profils ont ensuite été restitués, suivant le processus indiqué au tableau IV.

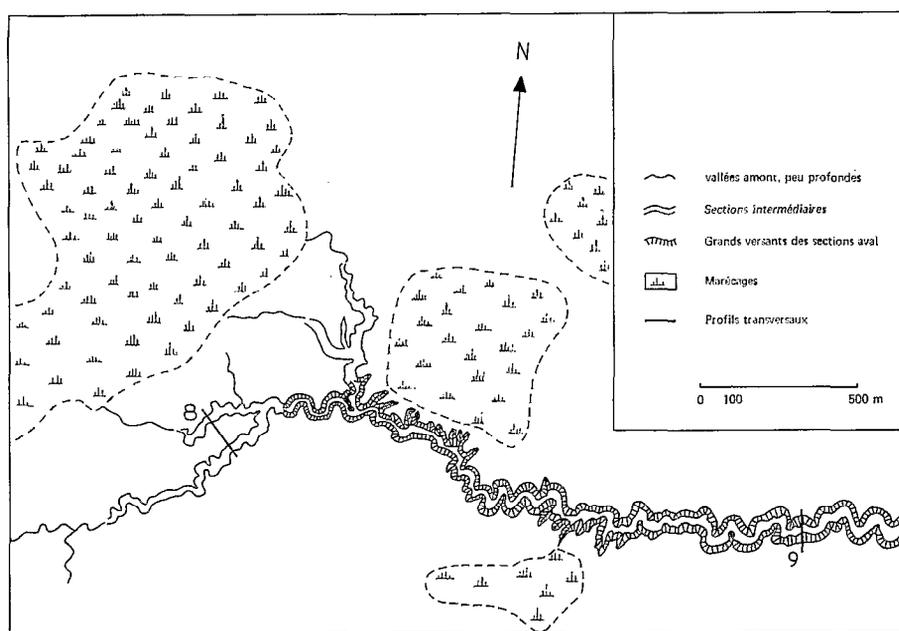


Fig. 4. — Naissances et confluences de vallées sèches.

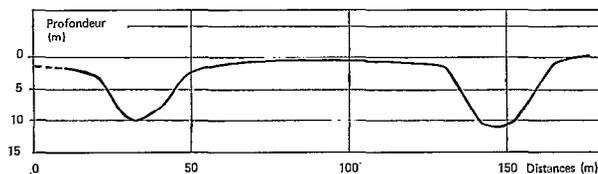


Fig. 5. — Profil en travers (n° 8, Mobana et affluent).

La première confluence se produit, rive droite, au kilomètre 4 environ, et la deuxième, rive gauche, presque en face. Le premier seuil est franchi entre les kilomètres 6 et 8, et il est lié aux confluences groupées du kilomètre 7, entre les coupes 8 et 9 (fig. 3a). On peut suivre le détail des transformations qui s'opèrent, en quelques hectomètres, au sein des ravins affluents, sur la figure 4. La Mobana arrive du sud-ouest, et elle reçoit coup sur coup deux tributaires importants, émissaires de marais étendus, et de nombreux petits ravineaux. Au profil transversal n° 8 (fig. 5) elle présente, ainsi que son affluent, l'aspect classique des ravins de cette dimension. Les versants débutent par des sections à faible déclivité (3 à 6 grades sur 10 à 15 m), interrompues par une brusque rupture de pente, qui précède un long tronçon central, fortement incliné (40 grades en moyenne), et absolument rectiligne. Le thalweg n'est pas très net, mais on remarque cependant des traces d'éboulements sporadiques, avec entraînement de

tiges de graminées et de particules argileuses ou charbonneuses. Le point où la courbe des altitudes s'inverse est bien marqué. De part et d'autre les bas des versants sont plus ou moins longs, avec des pentes qui varient en fonction des sinuosités du cours d'eau (rives concaves ou convexes des méandres), et qui se tiennent ici entre 5 et 23 grades. Le raccord avec le haut des versants est aussi brutal qu'au sommet, et nous n'avons jamais hésité sur son emplacement au moment des mesures. Le fond est assez étroit (une dizaine de mètres). Par rapport au ravineau d'amont (profil n° 7), les dénivelées ont été multipliées par deux, et le volume par trois.

Profondeur et largeur augmentent rapidement vers l'aval, tout le long d'un tronçon tourmenté. A partir de la deuxième confluence les méandres marquent une nette tendance au recouplement, avec apparition, à l'extrémité des rives convexes, d'éperons, qui barrent toute la vallée, et sur lesquels on trouve constamment des formations indurées, présentant des amas d'argile durcie, d'origine termitique, mêlés à des plaquettes ferrugineuses. De nombreux ravins affluents, échappés des marais perchés suspendus au-dessus de la vallée, ajoutent à la complexité d'ensemble. La fin du seuil est par contre accompagnée d'une harmonisation progressive des contours, avec le creusement, par suite de l'usure des méandres, de sections en amphithéâtre, très caractéristiques. Celles-ci se répondent d'une rive à l'autre, et elles encadrent un fond de vallée élargi, où les éperons

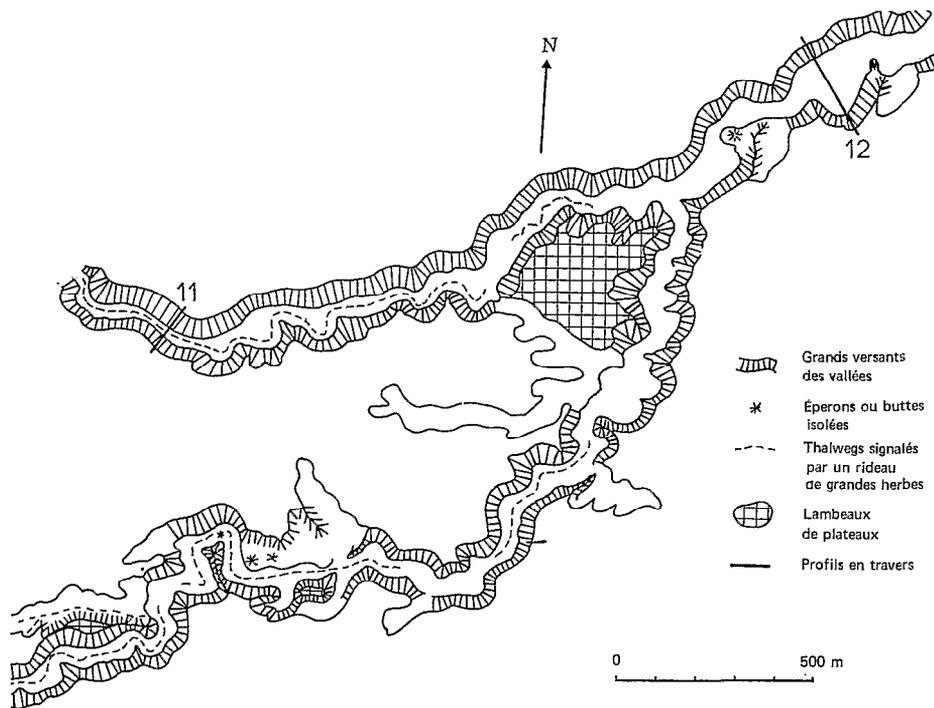


Fig. 6. — Le deuxième seuil de la Mobana I (confluence du kilomètre 15).

se font plus rares et sont en position de plus en plus aventurée.

Le profil n° 9 trace le portrait de la vallée à ce niveau. Ses formes n'ont pas changé, et on peut les résumer ainsi : amorce à partir du plateau en pente faible, courte transition (pentes de 21 et 32 grades sur moins de 4 m), en haut des fortes déclivités de la section centrale des versants (pentes de 46 et 49 grades, pour des dénivelées de 14 et 17 m). Le fond est très élargi (37 m). Les dénivelées ont été à nouveau multipliées par 2, et le volume par 4.

A partir de ce moment le thalweg est bien perceptible, sur le terrain et sur les photographies aériennes. Les concentrations d'argile et de matières organiques auxquelles il donne lieu provoquent en effet la formation d'une haute végétation de graminées, qui domine le tapis végétal qui l'entoure et dessine une traînée en relief que l'on suit facilement sur les clichés IGN 375 et 376. Sur 5 km la vallée serpente au milieu du plateau, parcourant des tronçons à peu près droits reliés entre eux par des coudes brusques. On n'observe pas de grandes modifications ; les méandres ont des rayons de courbure très peu serrés, et le profil en travers demeure semblable à ceux que nous avons déjà décrits, et que nous reconnaissons à nouveau sans grands changements à l'endroit où

nous avons effectué la coupe n° 10 (fig. 3b). Le gain en profondeur est modeste (moins de 8 m) ; le fond s'est par contre beaucoup agrandi, avec apparition pour la première fois d'une section presque plane, sorte de plate-forme alluviale de 10 m de large. L'ensemble tend vers la configuration en berceau, caractéristique des profils que nous observons après le deuxième seuil, que le cours d'eau franchit entre les kilomètres 14 et 16, à la hauteur de la confluence des deux branches constitutives de la Mobana I (fig. 6).

Les deux vallées sont de taille sensiblement identique, mais les modifications à l'approche du seuil se font d'abord sentir sur la branche sud, par un élargissement considérable, et surtout par l'amplification, à partir des lobes de méandres et des amphithéâtres de rive concave, des formes d'érosion en « cirques ». Les transformations commencent par la mise en évidence de deux éperons de rive convexe, dont les extrémités, formées de sables argileux rouges indurés, forment des pyramides d'une dizaine de mètres d'élévation, aux flancs droits, avec un sommet arrondi exigu et une face très raide face au thalweg. Au même endroit une série de vallons courts au profil en long tendu convergent vers la vallée principale, en isolant des portions de plateau

réduites à l'état de buttes témoins (1). Au bas des versantsaffleure le niveau profond des sables ocres; légèrement plus riche en argile il donne lieu à des phénomènes érosifs intenses : multiples chenaux épousant assez fidèlement les axes de fracture des grès, totalement dénués de végétation par place. Le ruissellement provoque des transports latéraux en nappe et des glissements de terrain qui tendent à empâter la vallée, cependant que les crues qui empruntent le thalweg se traduisent par des sections tronquées au droit des accumulations. Le profil en long est régulier, mais un examen attentif révèle de légères contrepentes, qui correspondent à des tronçons élargis, séparés par des gradins à assez forte déclivité.

Les transformations s'accroissent après le confluent, où, par sectionnement des méandres, la vallée prend d'un coup des dimensions bien plus importantes. La coupe 12, réalisée en travers d'un méandre recoupé, montre que la profondeur est inchangée (31,15 m au lieu de 28,60), mais que le volume a plus que doublé (+110 %). Une estimation exacte est d'ailleurs difficile, car à des sections droites en forme de cuvettes allongées se succèdent désormais des passages plus étroits. Au bois de Foura (profil n° 3) la largeur totale est de 240 m, à peine plus qu'en 12, mais un approfondissement notable s'est produit (40 m au lieu de 31). Fait important, les fractions de versant à forte déclivité ne couvrent pas plus d'espace que le fond, circonscrit par les ruptures de pente qui le limitent vers le haut. La raideur des pentes, et le thalweg bien marqué, montrent cependant que les colluvions sont régulièrement évacuées.

Plusieurs petits bassins allongés portent ensuite la largeur à près de 300 m, avant un défilé, véritable gorge, où la vallée se rétrécit à 210 m, et se creuse rapidement. La coupe 13 révèle une progression importante en profondeur (+12 m). Les traces du creusement sont évidentes au bas des versants, très raides, avec de courts passages où la pente atteint près de 50 grades. Nous avons trouvé les premiers blocs silicifiés entre les coupes 3 et 15, dégagés de la masse au niveau 40-45 m, soit dans une position très classique dans les grès bateké.

La vallée prend des formes plus mûres en aval. Le recul des versants s'effectue au moins autant par évolution régressive indépendante que par recouplement des méandres et sapement latéral, et il se fait en conservant à la section centrale les pentes maxi-

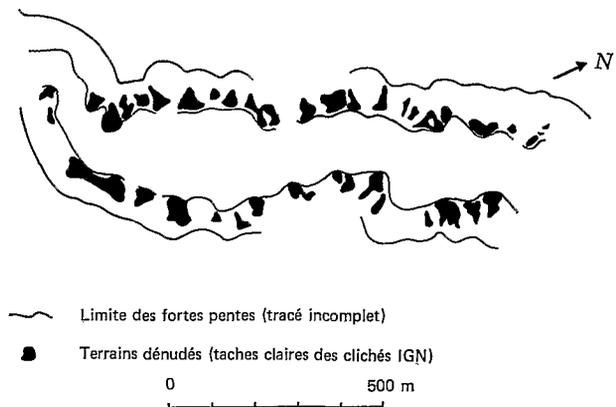


Fig. 7. — Vallée moyenne de la Mobana 1.

males que permet le matériel meuble. La distinction est nette entre les deux niveaux des sables argileux, sur le terrain, où la strate inférieure, plus argileuse et souvent dénuée de végétation, apparaît en ocre rouge, et sur les photographies aériennes, où son affleurement, en provoquant une forte réflexion de la lumière, la fait ressortir en blanc plus ou moins clair suivant l'intensité de son décapage. Cette particularité nous a permis de construire la figure 7, qui représente la vallée juste avant la confluence de la cote 630. Nous avons eu du mal à repérer les bords externes, et nous avons interrompu le trait là où ils devenaient trop peu visibles. Les ruptures de pente qui délimitent le fond ont par contre été plus faciles à reconstituer, grâce aux taches blanches des zones dénuées (figurées en noir sur le croquis). Les versants sont composés de deux parties de longueur sensiblement identique ; en haut des sections à pente forte (40 grades), présentent des flancs réguliers, répartis en arcs de cercle autour de petits amphithéâtres très ouverts ; la convergence des eaux de ruissellement vers le centre des entonnoirs ainsi créés provoque au contraire des discontinuités dans le bas, où l'on rencontre tour à tour, entre les débouchés des amphithéâtres des éperons triangulaires à base rectiligne face au thalweg (tronqués qu'ils sont par les vidanges périodiques des crues), et des cônes d'épandage plus diffus, à pente plus faible, au pied des entonnoirs.

Le fond est devenu une vraie plaine alluviale ; le thalweg y décrit des méandres divagants très amples,

(1) Ce site, très pittoresque, a été utilisé par l'homme à diverses époques. Nous y avons trouvé des traces (scories) de métallurgie du fer, des tessons de poterie et des outils en pierre taillée. D'après R. LANFRANCHI « si, pour l'instant on ne peut rien dire des poteries et des scories (mais sans doute Teke) le matériel lithique recueilli... peut se rattacher au Tshitolién ». Au Congo le tshitolién est daté entre 7050 ±140 BP, et 3930 ±200 BP (R. LANFRANCHI, notes manuscrites).

malheureusement invisibles sur les clichés, bien qu'ils soient très bien dessinés et très faciles à suivre sur le terrain. A ce niveau apparaissent les premiers signes d'une accélération de la pente du profil en long ; le thalweg s'enfonce en effet progressivement, à partir du kilomètre 25, dans le plancher de la vallée. En aval du confluent la coupe 14 montre que le lit du ravin est abaissé de 2 m par rapport à l'ancien fond. En même temps les versants, plus longs, sont de moins en moins réguliers ; les amphithéâtres de rive concave deviennent de vrais petits cirques, avec formation de thalwegs individualisés au cœur des ravineaux qui évacuent les eaux de ruissellement ; les sections droites voient leur pente moyenne diminuer, et elles présentent un profil en escalier, dont les marches correspondent aux décollements successifs des matériaux. Sur la rive gauche, entre les cotes —43 et —41, affleure un banc cuirassé dur, qui provoque la formation d'une petite corniche à pente forte (60 grades sur un peu moins de 2 m de longueur).

La vallée s'épanouit encore en aval, où elle peut atteindre jusqu'à 500 m de largeur. Les cirques s'agrandissent et leurs émissaires deviennent de véritables petits torrents, qui creusent des rainures aux arêtes vives avant de déboucher dans le cours d'eau principal, qu'ils repoussent d'une rive à l'autre par leurs cônes de déjection. Les dénivelées augmentent rapidement : 70 m au kilomètre 38, soit à 2 km en amont des sources qui mettent un terme à la vallée sèche et donnent naissance à la Mampounou. A partir de là l'accroissement vertigineux de la pente du profil en long, qui suit une progression géométrique de raison 4, et qui passe de 4 m à 135 m au kilomètre de la cote 630 à la cote 400 (une vraie course aux abîmes), indique assez combien la puissance érosive du cours d'eau a été augmentée.

La composante nord de la Mobana 1 offre des aspects intéressants. Sortie, comme nous l'avons vu, d'épandages saisonniers, elle est au début aussi minuscule que sa sœur jumelle méridionale. Après une première confluence, qui ne modifie guère son aspect, on la voit décrire une multitude de méandres encaissés, entre lesquels s'insinuent de rares sections droites. Volume et profondeur augmentent lentement, sur près de dix kilomètres. La rencontre avec le vallon qui rassemble les ravins issus du marais d'Insa déclenche les transformations. Enfoncé de 12 m avant le confluent le cours d'eau se trouve, 500 m à peine après, à 18 m au-dessous de la surface du plateau, et les dimensions du profil en travers sont multipliées par trois.

Le confluent lui-même est très révélateur, car les deux thalwegs semblent s'ignorer. La rencontre a lieu à près de 180°, et un témoin non averti peut hésiter un moment sur la direction que prennent les

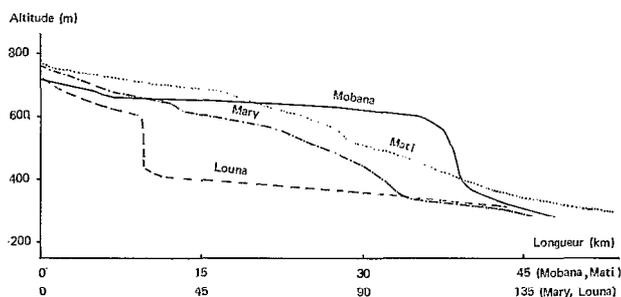


Fig. 8. — Profils en long des cours d'eau du plateau de Mbé.

cours d'eau. Une disposition si étrange ne peut s'expliquer que par l'alternance des écoulements, qui se produisent rarement en même temps. Lorsque nous l'avons suivie la branche venue du sud portait les traces d'une crue récente. Les herbes étaient couchées dans le sens du courant, sur une largeur de 4 à 5 m au niveau du profil n° 1, largeur qui variait beaucoup suivant la topographie du fond, diminuant sur les seuils, sur lesquels nous avons noté des traces d'arrachement, et augmentant dans les vasques creusées lors des grandes crues. Nous assimilons ces vasques à des mouilles, car elles en tous les caractères, par leur forme ovale allongée dans le sens du courant, et par leur profil en long.

Profils en long des cours d'eau du plateau de Mbé ; essai d'interprétation

L'étude la Mobana apporte un certain nombre d'enseignements également par la reconstitution du profil en long. Reporté sur un graphique, et confronté avec des représentations du même genre des autres cours d'eau du plateau de Mbé, il fournit en effet (fig. 8) un nouvel éclairage sur les possibilités érosives de chacun d'eux, eu égard aux conditions qui leur sont propres, et qu'un coup d'œil sur la carte (fig. 1) permet d'évaluer avec davantage de recul.

La Mobana a le profil en long le moins tendu, sur toute sa longueur. Cette particularité s'explique par le fait qu'elle est située dans le secteur oriental du plateau, dont la pente générale est la moins forte ; comme le taux de ruissellement augmente avec la pente, cela se traduit par un enfoncement plus rapide des autres cours d'eau, et notamment de la Mary. Celle-ci s'est créée une vraie vallée, aux formes très développées et dont le volume est considérable, puisqu'elle mesure près de 2 km de large au niveau de la route Brazzaville-Ouessou, pour une profondeur de 70 m. Les versants sont très longs, avec des pentes régulières, mais faibles, ce qui n'est pas sans conséquence sur l'alimentation du cours d'eau, puisque

cette disposition facilite l'infiltration des eaux. Le fond alluvial est accidenté de terrasses (décrites en détail par G. SAUTTER) (1), qui sont la marque de reprises d'érosion successives.

Le cas de la Niamakoulou est plus ambigu ; en fait la carte ne permet pas de connaître avec précision le profil en long qui, après une section à pente conséquente (8 ‰, du kilomètre 1 au kilomètre 6), semble beaucoup moins incliné par la suite, jusqu'à la reprise du creusement que provoque l'approche des sources, à partir du kilomètre 25. C'est la seule vallée où nous ayons vu, non pas la trace d'un écoulement, comme pour la Mobana, mais un ruisseau aux eaux claires ; elle évacuait en mars 1976 le trop-plein des grandes mares qui jalonnent son cours. Aux origines de la vallée sèche préside un marécage, immense doline de 3 km de diamètre, enfoncée de quelques mètres, et colonisée par la forêt (« Bois de Bilanko »). La ravine qui en sort ressemble à celles qui constituent le point de départ des diverses branches de la Mobana. Elle se dilue ensuite au sein d'une vasque très ample, large de plusieurs kilomètres, mais peu profonde (une quarantaine de mètres), dont les versants, très longs, sont très peu inclinés. Cette dépression allongée fait des coudes brusques, en suivant des axes dont les directions semblent bien être d'origine structurale. Le thalweg est tantôt bien marqué, avec un tracé sinueux, tantôt absorbé par des cuvettes marécageuses allongées et boisées.

Le profil en long de la Mati pose aussi des problèmes originaux (évolution par saccades), qui seront évoqués plus loin à propos des schémas d'interprétation.

Les profils des rivières d'aval : Mampounou, Mary, Niamakoulou-Louna et Mati, tendent tous vers une sorte de pente d'équilibre. Celle-ci peut prendre des valeurs variables suivant la proximité du niveau de base, mais qui, à partir d'un certain seuil, sont remarquablement concordantes. La manière dont ce seuil est atteint nous paraît souligner la capacité érosive des cours d'eau. La Mampounou et la Louna, proches de la bordure du plateau, ont le même comportement ; la transition est brutale, avec des dénivelées de l'ordre de 130 à 150 m au kilomètre. La courbe du profil de la Mary est semblable, mais la progression de la pente est beaucoup plus faible

(progression géométrique de raison 2,15), entre les kilomètres 48 et 100. Dans cette différence nous voyons une preuve supplémentaire, s'il en était besoin, de ce que les sources de la Mary, comme les hydrologues de l'O.R.S.T.O.M. l'ont bien montré (2), correspondent à l'affleurement de la nappe profonde du plateau, au lieu de résulter d'échappées à la base, comme c'est le cas pour la Louna et la Mampounou. Le débit est par conséquent bien plus faible, et il n'augmente que très lentement, car le cours d'eau ainsi formé est incapable de provoquer une érosion de grande ampleur. Le creusement ne devient efficace qu'à partir du moment où le thalweg passe au-dessous du niveau supérieur de la nappe, et cela d'autant plus qu'il s'enfoncé davantage, d'où la « course aux abîmes », par la progression géométrique des valeurs successives de la pente. La Mati a un profil très voisin, qui relève des mêmes causes.

On se trouve en présence, dans chaque cas, de deux cours d'eau emboîtés, fondamentalement différents, entre lesquels s'insère un tronçon de transition plus ou moins long (3). Les cours supérieur et inférieur ont un profil à pente faible qui témoigne, pour les uns, de l'impuissance des cours d'eau à se rapprocher davantage du niveau de base, et, pour les autres, du caractère meuble et de l'homogénéité des matériaux, qui, au-delà d'un certain seuil de capacité érosive, n'offrent plus de résistance à la régularisation des profils.

Vu sous cet angle le tronçon de transition de la Mary démontre, entre autres, que le passage à l'écoulement permanent n'implique pas nécessairement de modification décisive ; les sources ne provoquent aucune reprise d'érosion ; il n'existe qu'un léger gradin, situé plus en amont, qui semble coïncider avec la limite actuelle de l'aire de battement du sommet de la nappe profonde. Celle-ci voit son niveau varier de plusieurs mètres en fonction de l'alternance des périodes sèches et humides, ce qui se traduit par des déplacements de plusieurs kilomètres, le long du thalweg, de son émergence. Globalement on peut considérer que le profil en long de la vallée sèche se raccorde normalement à celui de la rivière.

Les portions suspendues des cours d'eau ont probablement été provoquées par un abaissement du niveau de base général, en l'occurrence par l'enfon-

(1) G. SAUTTER, 1969 ; p. 61 et 62.

(2) OLLIVRY (J.-Cl.), 1967, MOLINIER *et al.*, 1974.

(3) Ce dispositif fait penser aux reculées des reliefs karstiques, avec lesquelles les systèmes hydrologiques que nous décrivons ont beaucoup de points communs. La forme du profil en long d'une rivière du Jura comme le Lison, en y adjoignant le tronçon amont, ressemble en effet à celles de la Louna ou de la Mampounou. Certaines caractéristiques du matériau sont certes très différentes (dureté surtout), mais le type hydrologique semble être le même, avec pour variable dominante la perméabilité.

cement du fleuve Congo et de ses affluents, avec des étapes dans ce processus dont témoigneraient les terrasses du cours moyen de la Mary. Les vallées sèches seraient les témoins d'une période ancienne où le faible encaissement des rivières, en maintenant la nappe à proximité de la surface, permettait aux sections d'amont de garder un écoulement permanent ; dans ce cas leur état présent, mises à part quelques retouches, résulterait d'une activité ancienne. Sans entrer dans un tel débat, qui exigerait, pour être valablement engagé, que nous disposions d'une analyse complète des réseaux hydrographiques du plateau, et d'une étude serrée des nappes, du ruissellement, des débits des rivières, et des profils en long et en travers des vallées, nous pouvons cependant avancer que les formes très mûres du cours moyen de la Mary, et de la Niamakoulou-Louna avant les sources, entrent assez bien dans un tel schéma explicatif, car leurs versants en pente très douce, l'absence, ou la présence discrète, de marais en amont, et la quasi-disparition d'un écoulement organisé dans le secteur où elles évoluent, doivent beaucoup limiter leur activité présente. Les tronçons médians des profils en long de la Mary et de la Mati peuvent également être interprétés comme le résultat d'une adaptation imparfaite aux nouvelles conditions. Par contre ce n'est pas parce que son cours est entièrement suspendu au-dessus de la Mampounou que la Mobana est désormais inactive. Nous avons au contraire de bonnes raisons de penser que les ravins aux bords vifs précédemment décrits sont, malgré les apparences (état le plus souvent sec des thalwegs), bien vivants.

Les écoulements dans les vallées sèches. La notion de cataclysme

A l'appui de notre thèse nous pouvons invoquer une série d'arguments, qui résultent d'observations de terrain, d'apports documentaires (essentiellement photographiques aériennes), et de déductions logiques. En premier lieu notre description suggère partout une activité de creusement et de transport par des eaux vives. L'enfoncement et le volume des drains, en harmonie parfaite avec la forme du réseau, et avec les possibilités d'alimentation, le calibrage et le sectionnement des méandres, la morphologie des fonds (succession de mouilles et de seuils, thalwegs bien imprimés, terrasses), la raideur des versants, qui conservent partout des sections où la valeur des pentes est voisine de la limite de l'équilibre des sables argileux, l'évacuation régulière des déblais (dont les éperons et le bas de versants tronqués portent la signature), témoignent d'une activité certaine du cours d'eau.

Nous avons aussi observé en maints endroits des

traces d'écoulements récents, avec des intensités très différentes en ce qui concerne les débits et les lieux. A l'échelle du géotope et du géofaciès nous avons vu partout des petits thalwegs bien nets, au sein des ravineaux suspendus en haut des vallées principales. Les formes n'étaient pas toujours très fraîches, mais toutes les manifestations du creusement par un écoulement concentré étaient représentées. Des sillons identiques, avec cascades et affouillements circulaires d'origine tourbillonnaire, ont été identifiés au débouché des amphithéâtres en arc de cercle des grands versants.

Au fond de la vallée principale des filets d'eau, très localisés et faibles, sont, sans doute possible, responsables de l'alignement dans le sens du courant des débris charbonneux issus des feux d'herbe, de pailles, et de traînées de matériel fin. Ces ondes de ruissellement, d'origine très rapprochée et à durée de vie courte, doivent être provoquées par des averses violentes d'extension spatiale réduite. C'est à une crue plus importante que sont dus les effets que nous avons rapportés plus haut, à propos de la branche nord de la Mobana 1. Cette fois l'écoulement, beaucoup plus substantiel, s'est répandu sur plusieurs kilomètres, en décroissant de l'amont vers l'aval, au fur et à mesure des infiltrations sur le fond. L'essentiel de l'eau a en effet été fourni par les marais d'amont, sans apports notables des versants, ou de ravins affluents.

Ces filets d'eau sont impuissants à créer et entretenir les vallées. Il n'en fut pas de même en 1966, où un flot subit, issu des marais d'Insa, balaya comme fêtu de paille l'imposant remblai de la route Brazzaville-Ouessou, qui barrait l'un de leurs exutoires. A cette époque nous n'étions malheureusement pas préoccupés par ce genre de problème, et nous n'avons pas fait sur le moment d'examen poussé des lieux. Nous nous souvenons cependant que le remblai avait été totalement emporté, et que le ravin à l'aval portait des traces d'arrachement, avec mise à nu des sables argileux, qui apparaissaient en jaune ocre. A l'amont le remblai avait résisté assez longtemps pour qu'il se soit formé, avant son effondrement, un lac temporaire qui contenait des milliers de mètres cubes d'eau. Il est évidemment regrettable qu'une étude complète de cette crue n'ait été entreprise, pour en connaître l'origine, et les effets le long de la vallée, qui ont dû se faire sentir loin à l'aval, probablement même, sous une forme atténuée, jusqu'au Congo. Nous pouvons cependant affirmer, sans grand risque d'erreur, que c'est à des paroxysmes de ce genre que nous devons les traits majeurs de la morphologie des ravins d'amont. Il ne s'agissait pourtant encore que d'une crue localisée. Il n'est pas interdit de penser que des cataclysmes de plus grande ampleur, mettant en jeu une partie du réseau

de la Mobana, puissent également se produire. Ils donneraient leur vrai sens aux particularités des vallées que nous avons signalées, en faisant du réseau de ravines un véritable système hydrologique, augmentant, d'amont en aval, son débit, et sa puissance mobilisatrice et exportatrice de matériaux. C'est d'ailleurs la seule raison que l'on puisse invoquer pour expliquer la progression continue du volume et de la profondeur des ravins, au moins jusqu'au deuxième seuil de la Mobana 1 (au-delà les choses sont certainement plus complexes). Ce genre de crue supposerait que des averses très abondantes surviennent dans un rayon très limité, quelques kilomètres par exemple, au-dessus des marais d'où sortent les deux branches de ce cours d'eau (fig. 2c).

Nous employons à dessein le mot cataclysme pour bien montrer que nous considérons des phénomènes de ce genre comme normaux, bien qu'ils soient rares et apparemment démesurés. Nous sommes d'autant plus à l'aise pour le faire que ce terme a été réutilisé récemment par J. PONCET qui, relatant les inondations catastrophiques de 1969, dans le sud de la Tunisie, écrit qu'il serait fort à propos « de réintégrer [le terme et le concept de cataclysme] dans la nomenclature scientifique. Car il a un sens premier, étymologique, et usité dans le cadre d'une pensée rationnelle : c'est un flot venu d'en haut, un déluge qui bouleverse la morphologie et qui s'intègre normalement dans l'explication des séries phénoménales ». Dans le cas qui nous occupe, et puisqu'il s'agit d'un cours d'eau, ces cataclysmes peuvent être assimilés à ce que les hydrologues nomment habituellement des crues de fréquence décennale, centennale, ou millénaire. Vus sous cet angle ils font très logiquement partie des systèmes hydrologiques qui ont creusé les vallées, et dont ils constituent le seul élément actif, celui qui a créé les drains, et qui prend en compte la quasi-totalité de l'évolution. Comme il s'agit de phénomènes rares leur action est globalement lente, mais elle est par contre efficace sur de courtes périodes (1).

Grâce aux photographies aériennes on peut avoir une idée plus concrète de la fréquence, de la nature et de l'ampleur des cataclysmes. La couverture de la zone des « grès bateké », effectuée en 1951-1952, ne montre pas d'exemple de vallée sèche du type de

la Mobana qui ait fonctionné, mais elle révèle des manifestations identiques dans certaines vallées de la zone des hautes collines, et au sein de cirques d'érosion, qui sont des organismes hydrologiques à comportement assez semblable (2). Bien qu'ils soient très nombreux, quelques cirques seulement ont été remis en activité cette année-là, et un seul semble avoir à cette occasion connu une crue centennale, sinon millénaire. Un hasard heureux a voulu qu'il fût situé à proximité immédiate d'une rivière, ce qui permet, par l'étude de son impact sur le cours d'eau, d'évaluer grossièrement les quantités d'eau mises en jeu, et d'estimer l'influence, peut-être déterminante, que peuvent avoir ces phénomènes sur l'évolution des formes du lit (figure 9). A cet endroit le Djoué est à la tête d'un bassin versant de 300 km², et son débit moyen est de 10 m³/seconde environ. C'est une rivière très régulière, car les terrains drainés, perméables, laissent peu de place au ruissellement. Sur le couple photo aérienne I, son lit, très ténu liséré sombre, est presque invisible en amont, car il est masqué par le couvert des arbres d'une forêt galerie dense, et son tracé sur le croquis est quelque peu approximatif. Par contre on le distingue nettement, d'abord sous la forme d'un sillon clair, puis sous celle d'une traînée éclatante de blancheur, à la hauteur du petit cirque de Milélé. Celui-ci a visiblement été entièrement décapé par des pluies diluviennes ; les eaux rassemblées par plusieurs petits torrents au bas de la cavité quasi circulaire, se sont ensuite précipitées dans la vallée, pour créer un agent destructeur d'une singulière efficacité, auquel rien n'a résisté. La forêt a été détruite sur une largeur de 100 m, à certains endroits. Sur plusieurs kilomètres le lit initial est impossible à reconstituer ; les nombreux méandres divagants que forment habituellement ces rivières aux eaux calmes et à pente assez faible, ont disparu, et le nouveau chenal, très élargi, court d'un bord à l'autre du lit majeur, en une succession de sections droites, ou légèrement incurvées. Les transformations diminuent peu à peu vers l'aval, au fur et à mesure que les eaux de cette crue, quasi instantanée, se sont répandues dans l'espace et ont couvert de plus en plus de surface. On commence à reconnaître l'ancien tracé du Djoué au bout de 10 km environ, mais le recoupement ou

(1) Dans les années 60, P. de BOISSEZON faisait déjà des constatations du même genre. Il écrit ainsi (1970, p. 50), à propos des dépressions fermées marécageuses du plateau Koukouya : « Le niveau du plan d'eau... est très variable en fonction de la pluviométrie et de l'imperméabilisation plus ou moins totale du fond... Il peut même arriver que les eaux débordent à la faveur de pluies exceptionnelles et s'écoulent brutalement dans une vallée sèche. Ce processus serait à l'origine du creusement des nombreuses vallées sèches encaissées que l'on observe dans la partie sud du plateau de Mbé... ».

(2) Dans les cirques il semble toutefois que le ruissellement soit plus fréquent, car il est favorisé par la grande extension des fortes pentes.

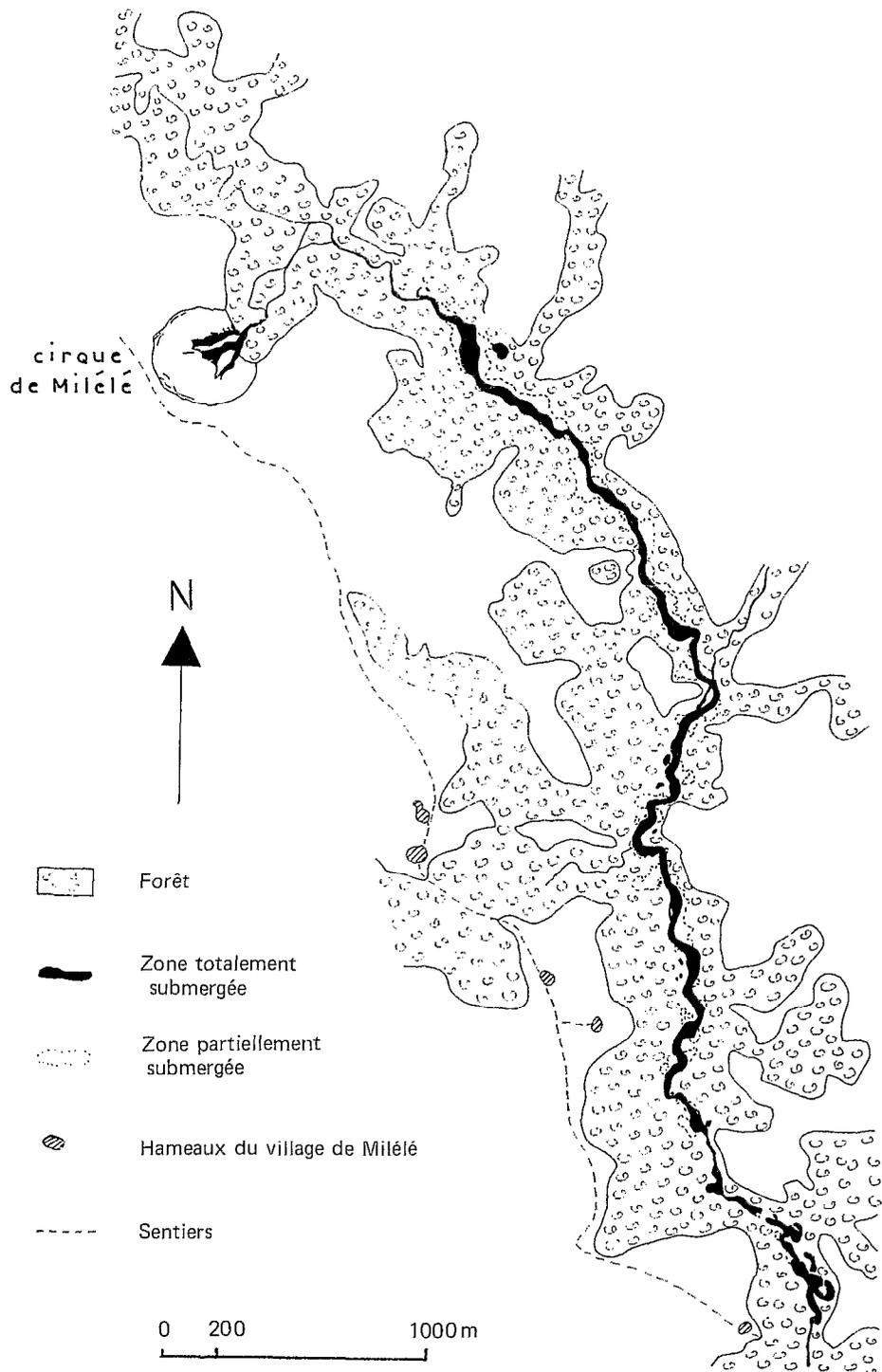
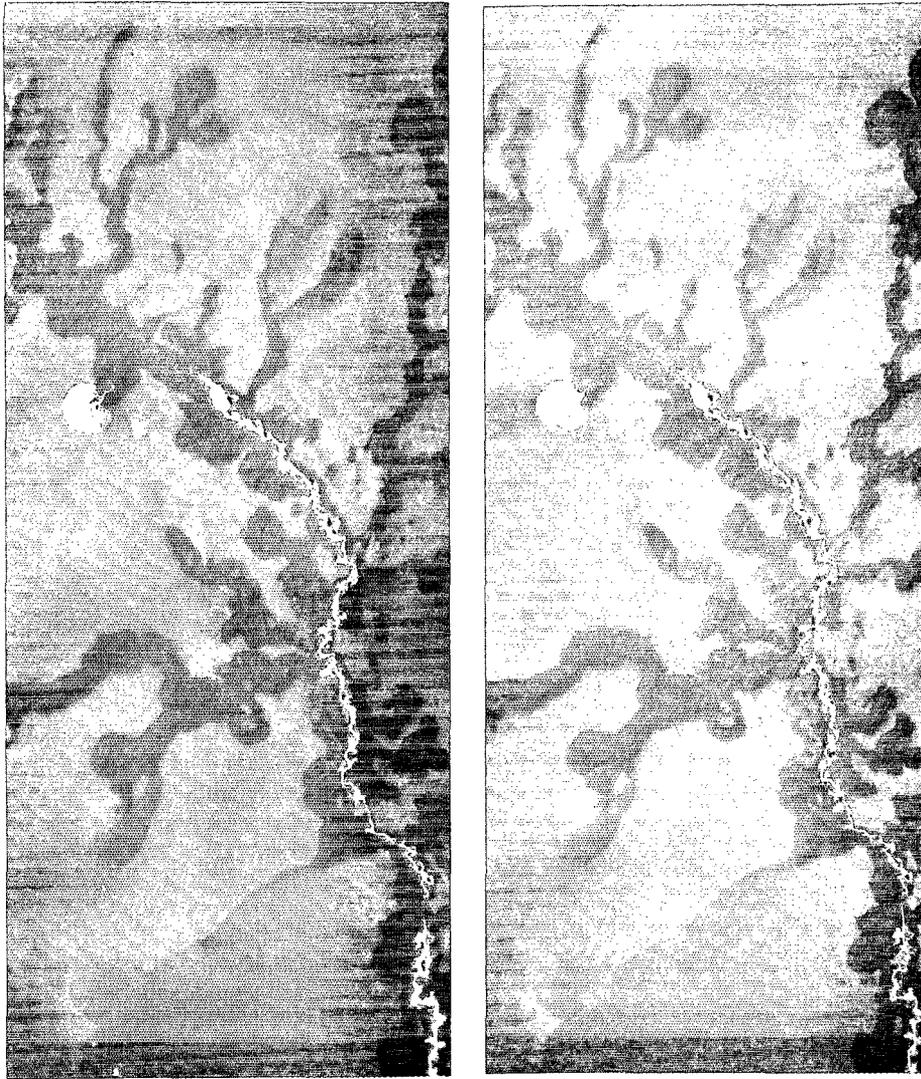


Fig. 9. — Crue de type cataclysmique sur le haut Djoué (décembre 1951).



1. Crue de type cataclysmique sur le haut Djoué (utiliser un stéréoscope). L'influence du cirque rond de Milele sur la crue est déterminante; après le confluent le Djoué déborde, dévaste une partie de la forêt galerie, et recoupe tous ses méandres. Voir IGN AEF 01. 1951-1952.

le déplacement des méandres continue encore sur une aussi longue distance.

Il n'est pas douteux que de tels dégâts sont l'œuvre d'une forte crue du Djoué, et que les apports du cirque ont joué un rôle prépondérant pour donner à l'onde de pointe, certainement très brève, une énergie aussi grande. Il est malheureusement impossible, étant donné notre ignorance, entre autres, des caractéristiques du lit de la rivière et de la vitesse

du courant, d'estimer, même de façon approchée, l'intensité des averses responsables du cataclysme. Des calculs effectués par M. MOLINIER, à partir de résultats expérimentaux tirés du bassin de la Comba, montrent que le débit du torrent issu du cirque n'a pas pu dépasser $10 \text{ m}^3/\text{seconde}$ en prenant « une intensité maximale de l'averse, pour une période de cinq minutes, de récurrence millénaire » (1). Ce débit paraît modeste, compte tenu des effets qui ont été

(1) M. MOLINIER, notes manuscrites, et 1979. Les mesures d'intensité des averses ont été faites dans le bassin de la Comba, à 120 km au sud/sud-est.

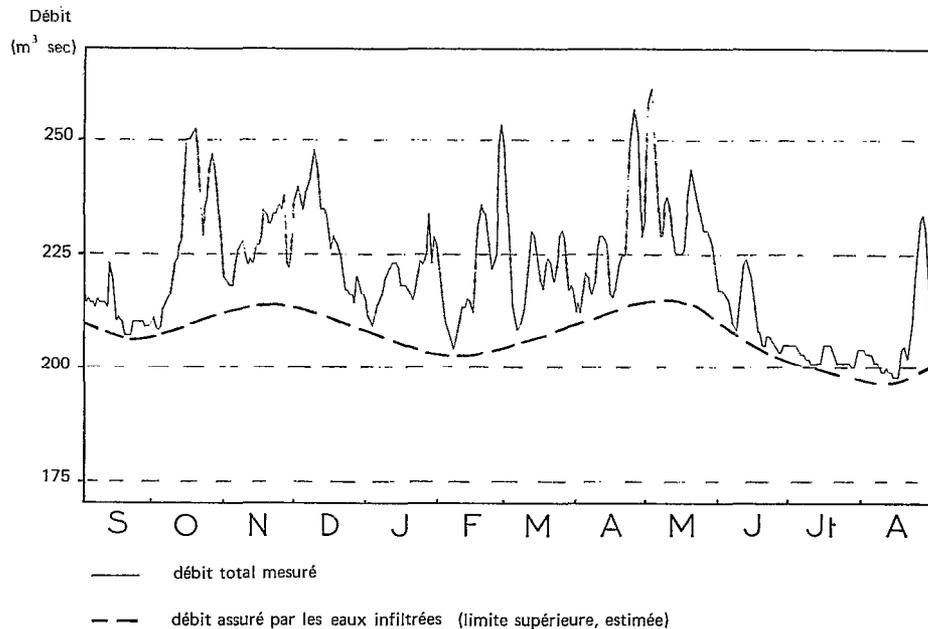


Fig. 10. — Débits journaliers de la Nkeni, à Gamboma (1968-1969).

créés. Il est vrai que le Djoué à cet endroit présente des caractéristiques hydrologiques semblables à celles des rivières voisines, avec, en particulier, des crues très faibles. Les plus fortes poussées de la Nkeni à Gamboma, ou de l'Alima à Tchikapika, multiplient seulement par 1,6 le débit moyen (1). Même si l'on augmente ce coefficient, pour tenir compte de la relative exigüité du bassin versant, le débit du Djoué ne doit guère dépasser, aux plus hautes eaux, 25 à 30 m³ par seconde, ce qui rend par suite, à cause de cette régularité, la rivière très sensible aux crues localisées, dont les effets se trouvent beaucoup amplifiés.

Quoi qu'il en soit, le caractère cataclysmique du phénomène n'est pas niable, non plus que son énormité. D'autres manifestations du ruissellement peuvent être observées, indirectement, sur les grandes rivières. Celles-ci subissent des poussées brusques et brèves qui, comme le soulignait déjà G. SAUTER à propos de la Lefini «... signalent indiscutablement un apport d'eau ruisselée». L'examen des débits journaliers de la Nkeni à Gamboma (fig. 10) est de ce point de vue très révélateur.

L'essentiel de l'eau provient de la nappe, mais le ruissellement, qui ne fournit que le $\frac{1}{15}$ environ du débit, est responsable des nombreuses indentations du graphique (2). De 1968 à 1972 on enregistre ainsi chaque année huit sauts supérieurs à 10 m³/seconde, dont quatre qui dépassent 20 m³. En fait, en année normale, il n'existe pas de mois (en saison des pluies) qui ne connaisse une de ces secousses ; la représentation des débits prend un aspect assez inattendu, pour des rivières aussi sages, avec une multitude de pics, dont l'ampleur maxima excède pourtant rarement le $\frac{1}{10}$ de l'écoulement, au moment où ils se produisent.

À quelques encablures à l'ouest du plateau de Mbé, dans la zone des « hautes collines », une vallée sèche, affluent de la Lefini, a fonctionné sur une assez longue distance. On avait pourtant tendance à penser que dans ce secteur, à cause de la plus grande perméabilité des grès polymorphes, qui affleurent un peu partout par suite de la disparition des sables argileux, le réseau hydrographique, en amont des sources, est mort. Sur des photographies aériennes (fig. 11) on remarque des traces nettes d'apports récents de

(1) Nous n'avons pas utilisé les mesures faites sur le Djoué, à Kibossi, car cette rivière traverse, à l'amont de la station, des formations géologiques (argilites, marnes) qui doivent modifier considérablement son régime.

(2) J.-Cl. OLLIVRY obtient des résultats comparables (1967, p. 37 et 38).

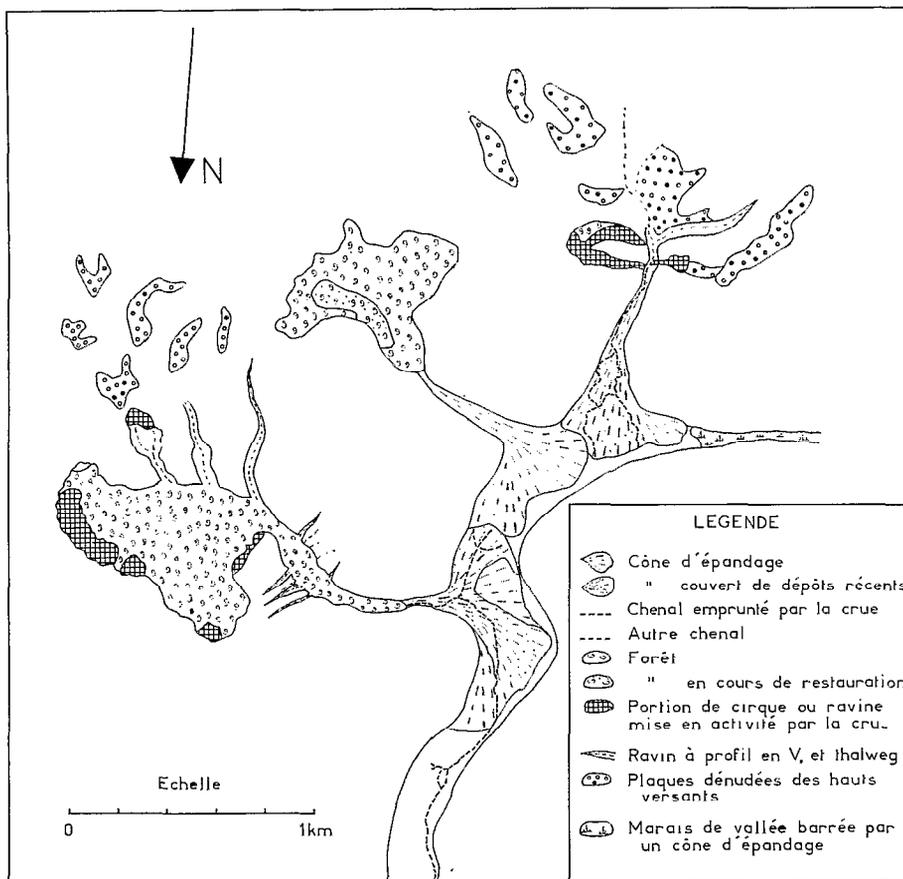
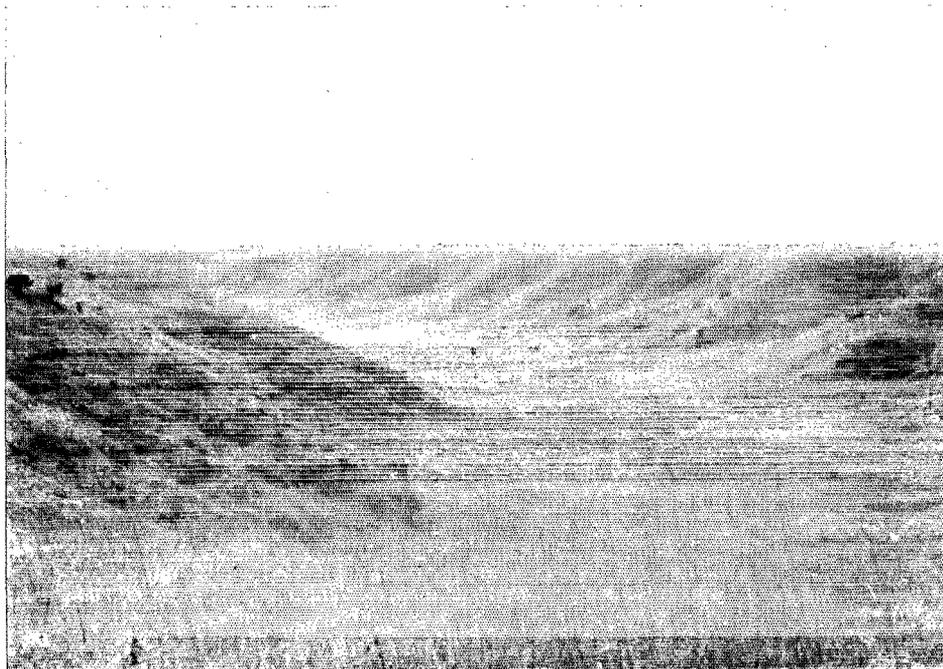


Fig. 11. — Les effets d'une averse dans une vallée sèche des collines Batéké.

matériaux, par des torrents issus de cirques partiellement remis en activité, et dont les eaux ont parcouru une certaine distance au fond de la vallée réceptrice. Il ne semble pourtant pas que ce soit la crue maximale possible ; certains cirques n'ont pas fonctionné, d'autres l'ont fait de façon très partielle. On peut

bien, sans trop solliciter les faits, imaginer que des averses plus intenses, qui mettraient en marche une grande partie des cirques, pourraient déclencher un vrai cataclysme, qui creuserait la vallée, déblairait les cônes de déjection et modifierait fondamentalement, pour un temps, la morphologie locale (1).

(1) Il nous semble aventuré de traiter le problème de l'évolution des cours d'eau en ne tenant pas compte des effets des grandes crues, qu'elles soient locales ou généralisées. Ainsi J. HURAUULT semble ne pas y penser assez dans son étude, par ailleurs très documentée et remarquablement conduite, des cours d'eau de l'Adamaoua, au Cameroun, lorsqu'il écrit, p. 56 : « Le passage [du creusement à l'alluvionnement] est nettement observable sur certaines rivières... On observe dans tous les cas que les parties en creusement forment des méandres à forte courbure, tandis que les parties en accumulation évoluent vers un tracé tendu. Les bancs de sable se disposent de part et d'autre du lit de façon à ménager le tracé le plus court possible... La réentaille conduit de ce fait à des réorganisations fréquentes de la configuration des cours d'eau... Les méandres apparaissent ici comme un processus de creusement ». Sans vouloir contester sur le fond l'explication de J. HURAUULT, en ce qui concerne les causes de la création ou de la suppression des méandres (augmentation ou diminution des sollicitations des sections aval), on ne peut s'empêcher d'être quelque peu sceptique. Dans le cas du haut Djoué le sectionnement des méandres n'a manifestement rien à voir avec un changement quelconque dans les tendances du cours d'eau ; il est seulement dû au « déluge venu d'en haut », et nous nous refusons à admettre qu'il puisse s'agir d'un cas isolé. Il nous semble *a fortiori* inutile d'insister davantage, au sujet des cirques d'érosion, sur la nécessité absolue d'un examen attentif des phénomènes cataclysmiques dans toute tentative d'interprétation et de classement des formes rencontrées, et dans les conclusions que l'on peut tirer de leur aspect du moment, qui peut être très trompeur.



2. L'auge de la vallée de la Mobana, près du bois de Gimpa. Cliché B. PEYROT.

Conclusions sur le fonctionnement des vallées sèches. Classification et hypothèse de genèse

Ainsi toute une série d'observations prouve, selon nous sans équivoque, la réalité des écoulements qui transitent, de temps à autre, très rarement, mais efficacement, dans les vallées sèches du réseau de la Mobana. Ces paroxysmes n'expliquent certes pas complètement l'ensemble des formes. Nous avons en effet constaté, à propos du Djoué, que les effets des cataclysmes locaux sont amortis rapidement vers l'aval; même s'ils affectent parfois de plus vastes étendues certains éléments, comme par exemple l'allure de certaines confluences, suggèrent que deux flots tout à fait étrangers l'un à l'autre empruntent successivement le même chenal, et indiquent qu'il y a très peu de chances pour que l'ensemble des ravins soit sollicité en même temps. L'enfoncement progressif et l'augmentation en volume des drains ne peuvent s'expliquer par des crues concomitantes de ravins affluents que dans la partie amont. Au-delà les profils en travers très élargis et les fonds bien développés relèvent de causes différentes. Tout se passe en fait comme si la force des eaux n'augmentait plus, et que ses effets, moins puissants, devenaient plus insistants, plus fréquents, d'où des profils en travers plus mûrs et une extension latérale plus poussée des vallées. La plus grande fréquence des écoulements s'explique par l'addition des pas-

sages successifs des crues, que celles-ci soient dues aux débordements des marécages d'amont, ou aux concentrations du ruissellement sur les grands versants d'aval, qui prennent le relais, et deviennent peut-être déterminantes au-delà de la cote 630. La rareté des écoulements et leur laminage, au fur et à mesure de l'étalement des eaux et des infiltrations, suffisent par ailleurs à rendre compte de ce que les vallées sèches soient restées suspendues au-dessus de celles des cours d'eau plus puissants, et régulièrement alimentés, que sont le Congo et les grandes rivières du pourtour du plateau.

Analysant les causes de l'élargissement des vallées, GREGORY et WALLING (chapitre sur le ravinement) proposent une explication complémentaire, p. 376 : « Dans les sédiments meubles des méandres peuvent se produire et KING (1968) a suggéré que l'élargissement et la formation des méandres amènent une diminution de la pente et une réduction des vitesses, si bien qu'en fin de compte le chenal atteint une largeur telle que la vitesse n'est plus suffisante pour assurer le transport de la charge et que la fraction la plus grossière est déposée. Le remblaiement peut être lent au début, et sujet à des phases de récurrence, mais au bout d'un moment le dépôt en s'accroissant peut devenir stable... et capable d'absorber davantage d'eau. Le chenal ainsi modifié voit alors réduire encore la vitesse de l'eau et autorise une plus grande accumulation... ».

Les mêmes auteurs ébauchent une théorie du ravinement qui rend compte de beaucoup d'aspects présentés par la Mobana et ses affluents. On y retrouve en effet bien des «... caractéristiques des ravins, implicites dans beaucoup de définitions, qui incluent... qu'ils ont souvent un écoulement éphémère, qu'ils sont souvent incisés dans des matériels meubles, et qu'ils peuvent avoir... un profil en travers en forme de V là où le sous-sol est de texture fine, et résiste à une incision rapide, et en forme de U dans des matériaux comme le loess où le sol et le sous-sol ont une égale sensibilité à l'érosion... Ils sont habituellement limités par des versants raides et leurs têtes ont souvent l'allure d'escarpements d'érosion». Mis à part le dernier élément nous reconnaissons là les principaux caractères des vallées sèches développées dans les grès Bateké, avec les deux types de profils en travers, répartis dans des domaines au sous-sol différent. Les ravins issus des cirques (fig. 10), comme beaucoup de ceux de la zone des hautes collines (sous-sol sableux) ont généralement une forme en V particulièrement nette, tandis que ceux de la Mobana et de ses tributaires, enfoncés dans les sables argileux ocres, ont une forme en U (1).

Le problème de la forme actuelle des vallées de la Mobana peut être abordé dans le même cadre théorique. En effet comme «... l'extension des artères de drainage par le ravinement» se produit parfois par l'incision des ravins au sein de vallées remblayées, on peut supposer qu'ici les vallées actuelles se sont inscrites au sein de dépressions allongées, créées autrefois lorsque le niveau de la nappe phréatique permettait un écoulement permanent, dépressions qui ont facilité la concentration des eaux après l'encaissement des grandes rivières. Cette hypothèse est corroborée par les indentations des courbes de niveau (fig. 1 et 3a), qui accompagnent à distance,

vers l'amont, les deux Mobana, et les grandes vallées sèches du plateau (2).

Contrôle structural du réseau des vallées de la Mobana

Au cours du développement des drains la structure a joué aussi un grand rôle. Une représentation graphique de leur agencement fait en effet apparaître un dessin très particulier (fig. 12). Le tracé est fait d'une série de sections rectilignes, jointes par des coudes brutaux. Deux orientations dominent, nord-est et nord-ouest.

Ce tracé coudé, en baïonnette, est déjà très révélateur d'une incidence structurale, mais il existe d'autres témoins précis de cette jonction tectonique. Mesurées sur le terrain à la boussole, et relevées sur l'assemblage des photographies aériennes, les sections rectilignes et à orientation définie des vallées révèlent les directions suivantes :

- quadrant nord-est : 42°, 45°, 53°, 55°, 65°, 70° ;
- quadrant nord-ouest : 275°, 288°, 297°, 302°, 305°, 320°.

Ces deux groupes d'orientations correspondent aux directions « combienne » et « mayombienne », organisées, pour la première autour de 44° est, et autour de 300° ouest pour la seconde. On les observe presque partout au Congo, en particulier dans le bassin du Niari, où elles commandent la morphologie karstique, les accidents et les plissements, comme la plupart des fractures, diaclases et fissures. Elles sont très fidèlement suivies par les cours d'eau de la région, la Nkenke, la Comba, la Bouenza, le haut Niari. Dans le massif du Chaillu il en est de même pour l'Ogooué, la Loulou, la Mpoukou, et d'autres. Dans la région des plateaux Bateke les axes rectilignes de la Lali, de la Loubilika, de la Louna, de la Nambouli, de la Londji et de la Lefini

(1) GREGORY (K. J.) and WALLING (D. E.), 1976, pp. 369-378. Les ravins développés dans le loess, en Chine, ressemblent beaucoup (sauf par la densité générale) à la Mobana (*Ibid.*, p. 375, planche 22 : gully development), bien que les conditions de drainage soient différentes, notamment en ce qui concerne la fréquence des écoulements, de beaucoup supérieure dans le loess ; les axes des vallées paraissent, dans les deux cas, fortement influencés par la structure.

(2) L'évolution des vallées sèches pourrait être mise en relation (mais ce travail reste à faire) avec les phases climatiques successives qui se sont succédées en Afrique centrale. La succession : maluékien, njilien, leopoldvillien et kibangien ne fait plus de doute, et on la place ainsi dans le temps :

maluékien	: 80 000, tendance aride,
njilien	: 45 000 — 20 000, tendance humide,
leopoldvillien	: 20 000 — 12 000, tendance humide,
kibangien	: 10 000 — 2 500, tendance humide,
	actuel.

A l'aride leopoldvillien a succédé une phase pluviale, le kibangien. Actuellement nous sommes toujours dans cette phase, mais avec les restrictions suivantes : la partie sud-orientale du Congo serait en phase displuviale, et la partie plus au nord (à partir de Kinkala, *grosso modo*) en phase isopluviale. On aurait alors, pour les plateaux Bateke : au-delà de 2000 BP un displuvial : pluies violentes, ramassées dans le temps, avec une grande période sèche ; depuis 2000 BP un isopluvial : régularisation des pluies durant l'année, avec deux maxima, reprise forestière actuelle (d'après R. LANFRANCHI, notes manuscrites).

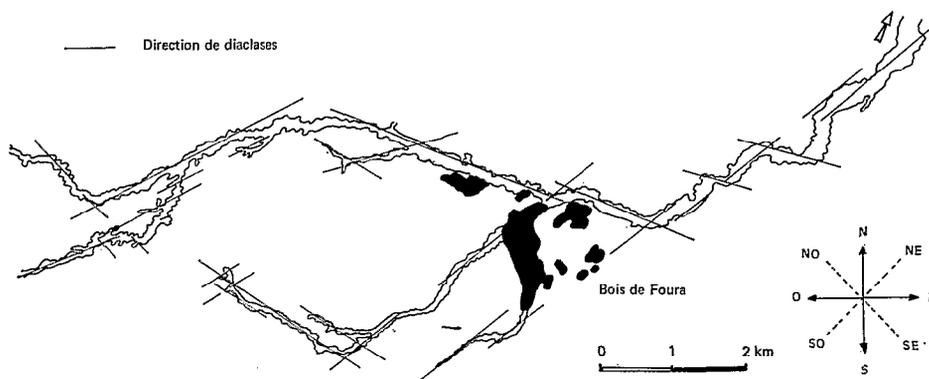


Fig. 12. — Contrôle structural de la vallée de la Mobana inférieure. Schéma d'après photographies aériennes IGN 001 52 374 376 378.

ne sont certainement pas étrangers à une influence directe de la structure.

Près de Brazzaville, dans la région de Boko, les rivières suivent des tronçons orientés au nord-est, puis bifurquent à angle droit pour rejoindre le Congo par des tronçons nord-ouest. Sur 232 alignements relevés aux environs immédiats de Boko, 150 avaient une orientation de 44° est, et 80 de 320° ouest, les autres étant moins significatives.

Plus près de la capitale, CORNEN et POURRET, dans un travail réalisé sur les diachases des grès du Djoué (Inkissi), ont montré que le cours du Congo est contrôlé de près par la structure. Sur 50 km son tracé suit un réseau de fractures orienté 44° est. Au niveau des rapides de Kintamo les diachases les plus fréquentes sont d'obédience combienne; les autres sont d'obédience, soit méridienne (178°), soit mayombienne (286°). Les affluents du Congo, comme le Djoué ou la Foulakary, sont eux aussi calqués sur les accidents de la structure, et l'on peut dire que l'adaptation à la structure apparaît comme une règle très suivie au Congo (1).

Pour la Mobana les indices de fractures et de diachases sont peu nombreux, et surtout difficiles à relever en raison du matériel sablo-argileux, peu compétent. Le socle précambrien est très profond; les affleurements rocheux se localisent presque essentiellement sur les escarpements gréseux, et la roche n'affleure pas sur le plateau. Ce n'est qu'au niveau de l'entaille de la vallée principale de la Mobana que nous avons eu la chance de rencontrer un affleurement de grès silicifiés portant des indices de diachases,

et que de vieilles termitières indurées nous ont révélé des traces nettes d'accidents structuraux.

A 40 m en contrebas de la surface du plateau, dans une section comprise entre le bois de Foura et le confluent des deux Mobana, affleurent, en bas de versant, de gros blocs, en grande partie démantelés, de grès polymorphes silicifiés. Sur les éléments « en place » on observe des diachases verticales, orientées nord-est (photo n° 3). Les joints de stratifications sont apparents, et soulignés par des venues siliceuses. Nous pensons que ces grès constituent un affleurement localisé des grès polymorphes, ou correspondent à une lentille intraformationnelle.

Il existe aussi, tout au long de la vallée principale de la Mobana inférieure, des vestiges très érodés d'édifices termitiques, du genre macrotermes (2). Ces constructions, à propos desquelles nous reviendrons plus loin, se situent à peu près au même niveau que les blocs de grès silicifiés, et toujours sur les arêtes terminales des méandres. C'est d'ailleurs sur une succession d'arêtes de méandres que nous avons pu observer des alignements de fragments indurés de vieilles termitières. Ces fragments se présentent comme d'étroits filons, en saillie de quelques centimètres au-dessus du sol, et se poursuivent, de crêtes en crêtes, avec une orientation de 53° est. Ces pseudo-filons sont enrobés d'un enduit ferrugineux qui se délite en plaquettes. Leur aspect s'explique par l'action du ruissellement, qui a déchaussé ces éléments résistants des terrains encaissants, leur conférant cette physiologie de filons, affectés d'un pendage de 85 grades sud, caractère qui prouve qu'il s'agit bien de dia-

(1) CORNEN (G.) et POURRET (G.), 1976.

(2) Identification faite par J. RENOUX, professeur de biologie à la faculté des sciences de Brazzaville.



3. Diaclases combiennes dans un bloc de grès polymorphes silicifiés.



4. Banc de grès polymorphes silicifiés de la Mobana. On distingue la stratification du matériel, et les traces des diaclases combiennes.



5. Détail de la structure vacuolaire à cloisons labyrinthiques des amas de grès silicifiés de la Mobana.

Les clichés sont de B. PEYROT.

clases. En effet la présence de filons ferrugineux est bien improbable dans le contexte géologique du plateau de Mbé. Par contre un remplissage ferrugineux le long d'une diaclase serait une hypothèse plus satisfaisante.

Ainsi la concordance entre l'orientation des diaclases et celle des axes du réseau hydrographique montre que la Mobana est contrôlée par la structure. Installés à la fin du tertiaire sur le manteau de remblaiement éogène, les cours d'eau du plateau se sont frayés un chemin en suivant les lignes de faiblesse du substrat, s'y calquant très fidèlement.

Les édifices termitiques de la vallée de la Mobana

Nous venons d'évoquer la présence et le rôle morphologique joué par les termitières le long de la vallée, et cette question mérite une attention particulière. S'il est fréquent de rencontrer de petites termitières « champignons », qui parsèment par centaines la surface du plateau de Mbé, et qui sont l'œuvre du genre *Cubitermes*, il est plus rare d'y trouver les grandes termitières « cathédrales » (genre *Macrotermes*). Celles-ci se localisent de préférence sur des sols latéritiques, plus argileux et plus humides, qui offrent de meilleures conditions d'existence aux occupants de ces colonies. Les édifices épigés rencontrés le long de la Mobana, en bas de versant, et toujours sur les arêtes terminales des méandres, sont souvent abandonnés et déjà très érodés, mais nous avons pu observer une termitière bien vivante et très fraîche, au confluent du bois de Gimpa. Cet édifice, habité par une importante colonie de *Macrotermes*, atteste la présence de cette espèce, et permet d'y rapporter les édifices anciens.

Les conditions d'implantation de ces termitières procèdent du contexte naturel de la vallée. En effet les colonies de ces insectes se sont établies là en utilisant le matériel argileux des versants, plus favorable à leur installation que la surface sableuse du plateau, et surtout plus riche en eau, élément nécessaire à leur existence. La localisation des constructions répond à des conditions très particulières, car ces édifices se situent exactement sur le tracé des diaclases. Celles-ci offrent des conditions privilégiées, par le fait qu'à la faveur de ces accidents structuraux les eaux pluviales pénètrent dans le sol, l'altèrent en profondeur, et conduisent à un enrichissement local en argiles de décomposition. C'est surtout cette argile plastique de bonne texture que les termites sont allés chercher, le long des plans de fractures et de dia-

clases, pour édifier la partie centrale de leur nid, qui se trouve ainsi à l'aplomb des accidents structuraux.

Une fois abandonnée la termitière se trouve soumise aux attaques de l'érosion, mais il faut de longues années pour que, la matière organique se décomposant, les agrégats qui forment l'ossature de la termitière soient détruits, et que l'érosion pluviale mobilise, puis étale les matériaux de l'édifice. Ces matériaux, de fraction très fine, constituent, à la base de la termitière, un épandage, sorte de « placard », moins perméable que les sols avoisinants, qui accentue le ruissellement. Ce sol est souvent plus compact, et sa présence expliquerait la relative dénudation végétale à la périphérie des termitières. De plus, sous l'effet de la dessiccation, la termitière, riche en argile et en minéraux sensibles extraits des profondeurs, s'indure facilement, de même que le placard marginal. Une induration en plaquettes ferrugineuses s'y observe, due aux apports latéraux de fer, et à la richesse en argile de l'épandage (une teneur de 41,9 % en Fe_2O_3 a été mesurée sur des échantillons de plaquettes prélevés dans l'environnement immédiat d'une termitière). Une fois démantelés, il ne subsiste plus des anciens édifices que des éléments ferruginisés, là où la circulation de l'eau, le long des diaclases, permettait un enrichissement et une concentration en fer. Ainsi s'est effectué un remplissage des plans de diaclases par du fer, plans qui, sous l'action de l'érosion, ont été déchaussés et mis en relief et ont pris cette physionomie de pseudo-filons.

La question de la ferruginisation des termitières

La ferruginisation des termitières peut amener la création de cuirasses termitiques, dont la présence a déjà été signalée à maintes reprises en régions tropicales. Au Congo, H. ERHART en mentionne dans la vallée du Niari et dans le massif du Chaillu (1). Le long de la Mobana nous avons trouvé des niveaux cuirassés, affleurant en bas de versants, dans des positions correspondant à celles décrites pour les cuirasses « en coin » absolues (profil n° 14). Au confluent des deux Mobana il existe, à deux mètres au-dessus du plancher de la vallée, un important amas ferrugineux. Il s'agit d'une construction termitique ancienne, entièrement ferruginisée et très compacte. Sur cet amas se trouve une termitière « champignon » totalement indurée.

Cette question des cuirasses termitiques, posée par ERHART, HEINZELIN (1955), TALTASSE (1957),

(1) ERHART (H.), 1951, 1953.

BOYER (1959), etc., a fait l'objet d'une mise au point par GRASSE et NOIROT (1959). Toutefois nos observations rejoignent plus celles de NAZAROFF et BURR, faites sur des formations termitiques ferruginisées ou silicifiées, en Angola, dans un contexte géomorphologique assez semblable à celui du plateau de Mbé. Ces auteurs décrivent des masses ferrugineuses d'aspect spongieux, incluses dans les sables, soit affleurantes, soit enfoncées, à structure alvéolaire. Ces blocs, isolés les uns des autres, seraient des termitières minéralisées. Le dépôt de fer se ferait par l'intermédiaire des eaux pluviales, qui dissolvent les sels de fer contenus dans les sables. Ces sels se fixeraient sur la matière organique des nids internes des termitières. L'analyse de la termitière « champignon » a montré qu'il s'agissait bien d'une construction termitique ferruginisée, donc minéralisée. Le dépôt de fer en surface est indéniable, avec une teneur de 40 à 45 % de fer.

Nous souscrivons ainsi à l'hypothèse de NAZAROFF et BURR, qui écrivent que la ferruginisation des nids peut aisément s'observer [et qu'elle] commence vers la surface et se poursuit graduellement vers l'intérieur. Le contexte argileux des versants de la Mobana, joint à une concentration de l'humidité en bas de pente, favorise une telle évolution. L'amas ferruginisé sous-jacent dont nous avons parlé présente lui aussi une structure vacuolaire, avec une concentration de fer au sein des alvéoles, et une sorte de « film » ferrugineux le long des galeries internes. En raison de la taille de cet amas nous pensons qu'il s'agit d'une termitière du type Macrotermes, très démantelée, et dont il ne subsiste que les structures internes du nid.

Toujours à propos des termitières rencontrées en Angola, NAZAROFF signale de curieuses constructions, dont la minéralisation s'effectuerait par silicification, dans les sols où le fer manque. Selon lui, de très anciennes termitières sont ainsi converties en une roche spongieuse complètement silicifiée. Nous avons, dans le cadre de la Mobana, rencontré des formations rocheuses semblables à celles que décrit NAZAROFF, sous la forme de blocs silicifiés, à structure alvéolaire et cloisons labyrinthiques, situés en bas de versant et vraisemblablement en cours de dégagement par l'érosion. De petites géodes de quartz tapissaient les creux de certaines alvéoles, et la physionomie de ces blocs nous incitait à les interpréter comme d'anciennes termitières silicifiées (photo. 4 et 5).

En fait, à l'issue d'un examen réalisé avec nos collègues géologues, il est clairement apparu que ces blocs sont des éléments de grès silicifiés. Sur les parties « en place » on observe des diaclases d'orientation combienne, et les joints de stratification, témoins de l'origine sédimentaire de cette formation. L'enrichissement en silice est très net, avec de belles venues siliceuses le long des discontinuités du

matériel ; les analyses effectuées sur des échantillons montrent des teneurs de 8,88 % et de 9,78 % en silice.

Toutefois certaines parties de ces formations posent une énigme, dans la mesure où une structure alvéolaire à multiples cloisons labyrinthiques peut être identifiée au-dessus des niveaux de grès silicifiés, et ne semble pas se rattacher à la roche. Doit-on y voir des fragments de termitières qui, installées à proximité immédiate des grès, ou enfouies, ont été silicifiées ? Cela nous conduirait à repenser certaines des conditions dans lesquelles s'est produite la silicification des grès polymorphes. Dans l'état de nos connaissances nous demeurons cependant très prudents, inclinant plus vers l'interprétation par un affleurement de grès silicifiés, ou d'une lentille de silicification.

Conclusion

Le modeste réseau de la Mobana pose décidément bien des problèmes, qui en font sans conteste une réalité géomorphologique d'une grande originalité, et qui ne peuvent pour la plupart être résolus que par des études comparatives sur des cours d'eau du même genre, ou qui fonctionnent de façon semblable dans le même cadre géologique et climatologique. Bien des travaux seront encore nécessaires, d'abord pour définir quelle a pu être dans la création des vallées la part, assez faible semble-t-il, prise par la période où la nappe phréatique affleurerait, et où des rivières coulaient à la surface du plateau, en second lieu pour replacer dans son contexte morphoclimatique la phase de l'enfoncement des grandes rivières responsable de l'assèchement des thalwegs, enfin pour retracer de façon précise l'histoire de la création des ravins, consécutive à l'installation d'un type d'érosion apparemment très proche de ce que les géographes anglo-saxons appellent « gully development », et que l'on constate un peu partout dans les matériaux meubles.

Au moins espérons-nous avoir démontré, non sans mal car c'est loin d'être évident au premier abord, que le réseau tel qu'il se présente est fonctionnel, et qu'il se situe à sa place dans un système de drainage d'une grande logique, au sud-ouest du plateau de Mbé. Les écoulements, rares, mal coordonnés, soumis à l'action de précipitations d'intensité très irrégulière, n'en sont pas moins bien réels, et capables d'atteindre, de temps à autre, un volume suffisant pour remodeler les vallées, et leur garder l'aspect d'extrême jeunesse, ou de maturité encore peu avancée, que nous avons observé d'amont en aval. Dans un matériau aussi peu cohérent que le sont les sables argileux ocres il n'était pas non plus manifeste que la structure ait pu jouer un aussi grand rôle dans les directions

suivies par les axes de drainage, comme c'est pourtant apparemment le cas. La découverte de blocs de grès silicifiés, ou de cuirasses en bas de versants, à l'endroit où on devait normalement les trouver, est une preuve supplémentaire d'un processus morphogénétique très répandu dans les grès Bateké. L'observation de termitières indurées, transformées en blocs de cuirasses, et, peut-être, en roches silicifiées

devrait enfin relancer l'étude de ces problèmes, par le biais d'une prise en considération accrue de l'action des êtres vivants dans l'élaboration des schémas d'interprétation.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M. le 21 février 1980.

BIBLIOGRAPHIE

- Annuaire hydrologiques de la République Populaire du Congo, 1968-1969-1970; 1971-1972; 1973; 1974; 1975; 1976. — O.R.S.T.O.M., Brazzaville, *multigr.*
- BOISSEZON (P. de), GRAS (F.), 1970. — *Notice explicative* n° 44. Carte pédologique Sibiti-Est. O.R.S.T.O.M., Paris, 144 p.
- BRUNET (R.), 1967. — Les phénomènes de discontinuité en géographie. CNRS, *Mém. et Doc.*, N¹¹e série, n° 7, Paris, 117 p.
- CORNEN (G.), POURRET (G.), 1976. — Contrôle structural du cours du Congo dans les formations de l'Inkissi en aval de Brazzaville. Publications du laboratoire de géologie de l'université de Brazzaville, 8 p. *multigr.*
- ERHART (H.), 1951. — Sur l'importance des phénomènes biologiques dans la formation des cuirasses ferrugineuses en zone tropicale. *C. r. Acad. Sc.*, 233 : 804-806.
- ERHART (H.), 1951. — Sur le rôle des cuirasses termitiques dans la géographie des régions tropicales. *C. r. Acad. Sc.*, 233 : 966-968.
- ERHART (H.), 1953. — Sur les cuirasses termitiques fossiles de la vallée du Niari et dans le massif du Chaillu (Moyen-Congo, AEF). *C. r. Acad. Sc.*, 237 : 431-433.
- GRESSE (G.), 1978. — Le contrôle climatique de la sédimentation marine et continentale en Afrique centrale atlantique à la fin du quaternaire, problèmes de corrélation. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 23 : 57-77.
- GRASSE (P. P.), NOIROT (C.), 1959. — Rapports des termites avec les sols tropicaux. *Rev. Géomorphologie Dynamique*, vol. X, n°s 1-2 et 3-4 : 35-40.
- GREGORY (K. J.), WALLING (D. E.), 1976. — Drainage basin. Form and process. Edward Arnold, Londres, 458 p.
- GUILLOT (B.), 1977. — Analyse systématique du milieu de mosaïque forêt-savane à Mouyondzi (Congo). *L'Espace Géographique*, vol. VI, n° 2 : 85-99.
- HORTON (R. F.), 1945. — Erosional development of streams and their drainage basins : hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 56 : 275-370.
- HURAUULT (J.), 1975. — Surpâturage et transformation du milieu physique. L'exemple des hauts plateaux de l'Adamaoua. Études de photointerprétation, n° 7, IGN, Paris, 218 p.
- KING (N. J.), 1968. — Restoration of guilled valley floors in semi-arid regions. *XXII Cong. Int. Geol.*, 12 : 187-195.
- KOECHLIN (J.), 1961. — La végétation des savanes dans le sud de la République du Congo. O.R.S.T.O.M., Paris, *Mém.*, O.R.S.T.O.M., n° 1, 310 p.
- LE MARÉCHAL (A.), 1966. — Contribution à l'étude des plateaux Batékés. Géologie, hydrologie, géomorphologie. O.R.S.T.O.M., Brazzaville, 29 p., *multigr.*
- MOLINIER (M.), BARILLY (A.), GATHÉLIER (R.), THÈBÉ (B.), 1974. — Note hydrologique sur les rivières Mary et Gamboma, plateau de Mbé. O.R.S.T.O.M., Brazzaville, 117 p. *multigr.*, 92 graph., annexes.
- NAZAROFF (P. S.), BURR (R.), 1931. — Note on the spongy ironstone of Angola. *Geological magazine*, 68.
- OLIVRY (J.-C.), 1967. — Régimes hydrologiques des rivières Batéké (Léfini, Alima, N'Kéni). O.R.S.T.O.M., Brazzaville, 50 p. *multigr.*
- PEYROT (B.), 1978. — Les rapports entre l'hydrographie et la structure dans la région de Boko (région du Pool). Brazzaville, 28 p. *multigr.*
- PLOEY (J. de), 1963. — Quelques indices sur l'évolution morphologique et paléoclimatique des environs du Stanley-Pool (Congo). *Studia universitatis Lovanium*, 17, 15 p.
- PLOEY (J. de), VAN MOORSEL (H.), 1963. — Contributions à la reconnaissance chronologique et paléogéographique des gisements préhistoriques des environs de Léopoldville (Congo). *Studia universitatis Lovanium*, 19, 19 p.
- PONCET (J.), 1975. — L'intérêt du concept de cataclysme. *L'Espace Géographique*, vol. IV, n° 1 : 65-72.
- SAUTTER (G.), 1969. — Essai sur les formes d'érosion en « cirques » dans la région de Brazzaville (république du Congo). *Mém. et Doc.* C.N.R.S., N¹¹e série, n° 9, 170 p.
- VAN ZINDEREN BARKER (E. M.), 1968. — Upper pleistocene and holocene stratigraphy and ecology on the basis of vegetation changes in sub-Saharan Africa. Background : 127-147.

ANNEXE

Analyse de quelques échantillons de sol des versants de la vallée de la Mobana, de fragments ferruginisés de plaquettes indurées, et de fragments silicifiés de grès

	A	B	C	D	E	F	G
Perte au feu.....	3,21	2,95	3,82	11,32	9,41	1,55	11,50
Résidu total.....	92,72	80,06	75,74	32,24	44,06	92,36	31,94
SiO ₂	0,52	8,82	9,78	3,9	3,11	5,18	4,24
Al ₂ O ₃	1,93	7,33	8,22	7,27	3,95	6,64	6,00
Fe ₂ O ₃	0,06	1,40	2,69	41,90	39,90	0,95	45,90
TiO ₂	—	0,50	0,60	0,80	0,70	0,04	0,90
CaO.....	—	—	—	0,08	0,08	—	0,08
MgO.....	0,01	0,03	0,05	0,12	0,14	—	0,03
K ₂ O.....	0,01	—	—	—	0,02	—	0,01
Na ₂ O.....	0,01	0,02	0,02	0,06	0,21	—	—

A : sable de surface.

B et C : éléments de grès silicifiés.

D, E et G : fragments indurés de cuirasses termitiques.

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de chimie des sols du centre O.R.S.T.O.M. de Brazzaville, en 1977 (responsable D. LAURENT).