

# L'organisation du réseau hydrographique, conséquences sur la morphogenèse et sur la pédogenèse au Parc national des Virunga

Mireille VANOVERSTRAETEN

## Résumé

L'analyse du réseau hydrographique et du contexte de son évolution (bassin tectonisé et fluctuations climatiques, conditions semi-arides actuelles) a permis de déduire des informations sur la morphogenèse et sur la pédogenèse au Parc national des Virunga (Zaïre — Kivu).

## Abstract

*Information on morphogenesis and pedogenesis in die Virunga National Park (Zaire — Kivu) has been derived from the analysis of the hydrographic network and of the context of its evolution (tectonic basin and climatic fluctuations, semi-arid existing conditions).*

## I. INTRODUCTION

L'analyse du réseau hydrographique permet de discerner la dynamique de l'eau, essentielle dans l'explication des paysages, car l'eau est un facteur déterminant parmi les processus physiques et chimiques qui engendrent le modelé des sols.

Le réseau hydrographique est un objet éminemment décelable par les techniques de télédétection, lesquelles utilisent les propriétés d'absorption, de réflexion et d'émission d'ondes électromagnétiques par les éléments constitutifs de l'écorce terrestre, l'eau en particulier. Aussi est-il souhaitable que les analystes des données de télédétection aient un haut degré d'intérêt pour le fonctionnement de ces réseaux, aussi bien actuels qu'au travers de leur évolution.

Nous présentons dans les pages qui suivent notre démarche et nos observations du réseau hydrographique d'un parc naturel du Zaïre.

## II. L'AFRIQUE CENTRALE ET LE PARC NATIONAL DES VIRUNGA

L'Afrique centrale connaît des climats secs dans sa région de transition avec l'Afrique de l'Est, plus spécialement dans les branches occidentale et orientale de la "Rift Valley" ou fossé tectonique.

A la latitude de l'équateur, les chaînes de montagne (plus de 2 000 m d'altitude) qui surmontent la branche occidentale du rift assurent vers l'ouest la fermeture à l'influence des zones humides de la cuvette du fleuve Zaïre. C'est pourquoi les terres qui s'étendent au pied des reliefs jusqu'au rebord oriental du fossé sont soumises aux

effets d'un climat plus sec, influencé par les géostructures régionales et par la proximité de l'océan Indien. Il s'agit du "climat de l'Afrique de l'Est".

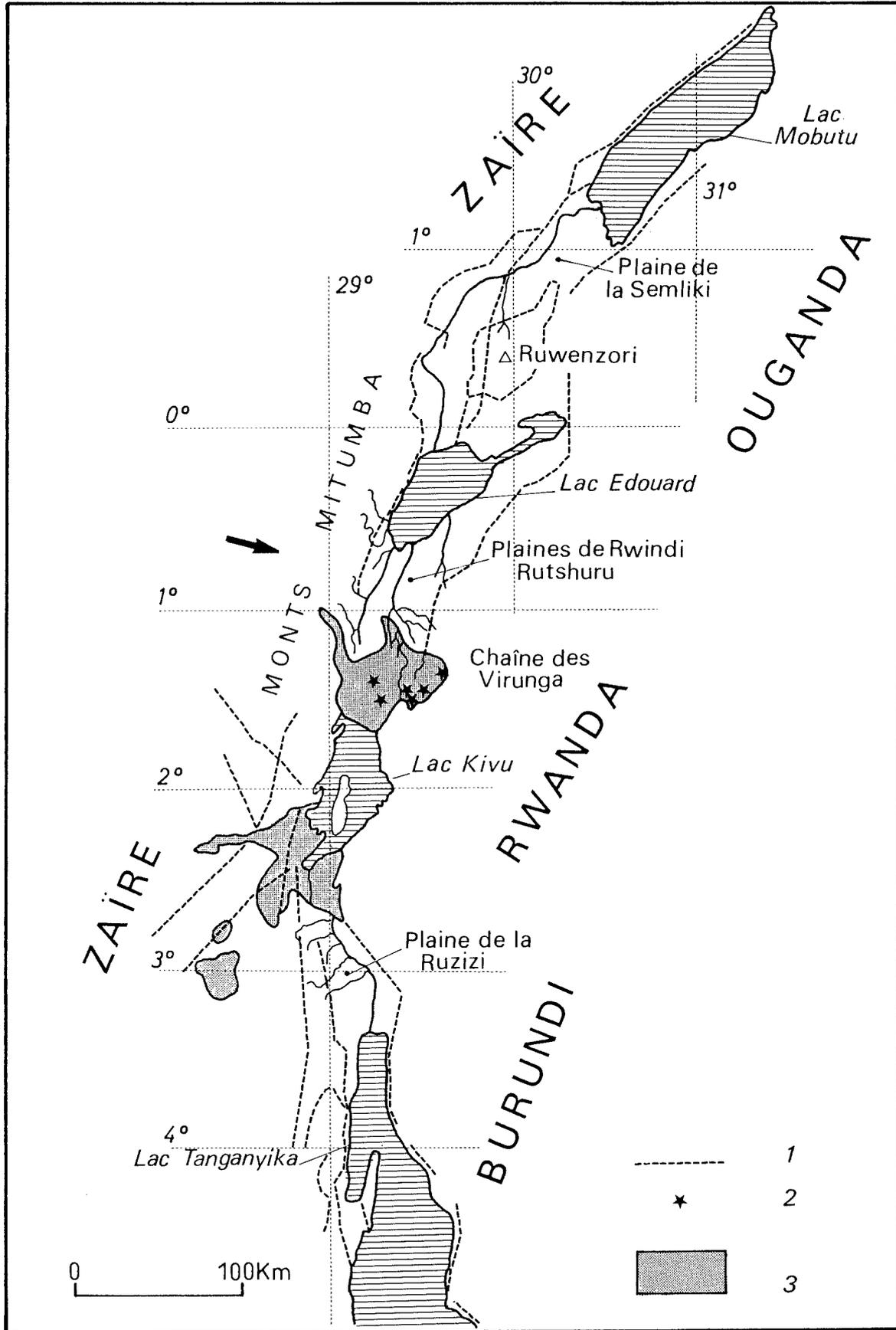
C'est ce type de climat qui caractérise les plaines des rivières Rwindi et Rutshuru, au Zaïre. Elles s'étendent au pied de la chaîne des monts Mitumba, incluse dans la "Dorsale Kivu- Nil", grande arête montagneuse bordant le rift à l'ouest (Fig. 1).

Au nord, les plaines sont limitées par les rives du lac Edouard; au sud, elles se heurtent aux dépôts de lave de la chaîne volcanique des Virunga. Elles forment la partie centrale du Parc national des Virunga, objet d'un projet régional d'aménagement. Ce parc, "joyau du Zaïre", s'étend du mont Ruwenzori aux rives du lac Kivu. Il inclut la chaîne des volcans Virunga et couvre une surface de plus de 800 000 ha.

Ces plaines, dont nous avons cartographié quelque 140 000 ha, supportent principalement des végétations savaniques, dans lesquelles vivent de grands herbivores sauvages. Outre les paysages qu'offrent les écosystèmes variés du parc, ces animaux constituent l'attrait le plus important de cette réserve naturelle.

## III. LA METHODE MORPHOPÉDOLOGIQUE D'ÉTUDE DES PLAINES DE RWINDI-RUTSHURU

Dans le cadre d'une étude intégrée (1978-1982), une cartographie de semi-détail (1/100 000) des sols des plaines de Rwindi et de Rutshuru a été réalisée selon les unités morphopédologiques dans le but de fournir une description compréhensive des biotopes en vue d'un plan directeur d'aménagement. Cette méthode de prospection



**Figure 1 :** Carte de situation des plaines de Rwindi et Rutshuru dans le rift occidental. 1. failles principales; 2. volcans; 3. champs de lave.

aborde l'étude du milieu naturel avant celle des sols et des milieux de pédogenèse : elle est basée sur une analyse de l'environnement faite à partir des unités géomorphologiques pour aboutir à des unités morphopédologiques (GAUCHER, 1974). Afin d'intégrer l'étude des sols dans le cadre plus général des géostructures, de la lithologie et de la morphodynamique, les facteurs du milieu ont été analysés suivant différents niveaux de perception (notion d'échelle), selon la méthode morphopédologique.

Ainsi en est-il du facteur eau, caractérisé à l'échelle des données climatiques régionales et stationnelles, au niveau de la structure des systèmes d'écoulement et par sa disponibilité dans les sols.

Au niveau de perception du 1/100 000 où ont été identifiés des systèmes ("land systems"), l'établissement du bilan entre les facteurs morpho- et pédogénétiques a permis de délimiter les unités stables et unités non stables.

Pour ce faire, les données sur la dynamique de l'eau nous ont été indispensables, et les enseignements de M. et Mme Alexandre nous ont préparé à discerner et à analyser les observations nécessaires.

#### IV. LES FACTEURS ZONAUX ET REGIONAUX DE L'EVOLUTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

L'analyse du réseau hydrographique aux échelles zonale et régionale permet de hiérarchiser les contraintes qui ont présidé à sa construction et les processus influençant son évolution.

##### A. Le rift est-africain : le rôle de la tectonique

A l'échelle zonale du rift est-africain, le système des vallées tectoniques apparaît sous la forme de dépressions interconnectées où se logent la plupart des lacs est-africains. L'unité structurale constituée par l'ensemble des plaines sud du lac Edouard est incluse dans la branche occidentale du rift (Fig. 2). Les eaux s'y ratta-

chent au bassin du Nil par l'intermédiaire de la Semliki, exutoire du lac Edouard dans le lac Mobutu.

Après l'ouverture du rift au Tertiaire, se sont alternativement déposés dans ce fossé des sédiments lacustres et fluviaux, dont l'origine se situe dans les altérites et les sols des reliefs environnants (LEPERSONNE, 1949). Ces formations ont été périodiquement affectées par des affaissements tectoniques et par des régimes de transgressions et régressions lacustres dues notamment aux changements climatiques. Depuis le Pléistocène jusqu'à l'Actuel, la tendance dominante dans le fossé a été la subsidence de la partie axiale et le relèvement des bordures (DE LA VALLÉE POUSSIN, in LEPERSONNE, 1949).

C'est pour cette raison que le réseau hydrographique actuel incise successivement des colluvions brun-rouge provenant des altérites ferrallitiques au pied des reliefs environnants, ensuite des dépôts fluviaux et fluvio-lacustres au pourtour des plaines, et enfin, en aval, des matériaux lacustres anciens puis récents, de couleur claire, localement riches en coquilles, en accumulations calcaires ou en gypse.

La position de ces plaines au fond du rift explique que la tectonique est à l'origine de l'expression des géostructures majeures. En effet, les forces d'extension mises en jeu ont entraîné la formation de compartiments qui apparaissent comme des niveaux juxtaposés et décrochés dans les plaines. La composante verticale du rejet y est la plus importante. Les niveaux étagés en rive droite de la rivière Rutshuru (plus ou moins centrale dans le fossé) présentent une pente ouest qui s'accroît vers le niveau supérieur de l'étagement à l'est (pente de 8° pour le plateau longeant la rivière Ishasha).

L'organisation du réseau hydrographique qui débouche dans le lac Edouard est contrôlée par les failles séparant les compartiments. Le cours des trois rivières principales, Rwindi, Rutshuru et Ishasha est orienté dans la direc-

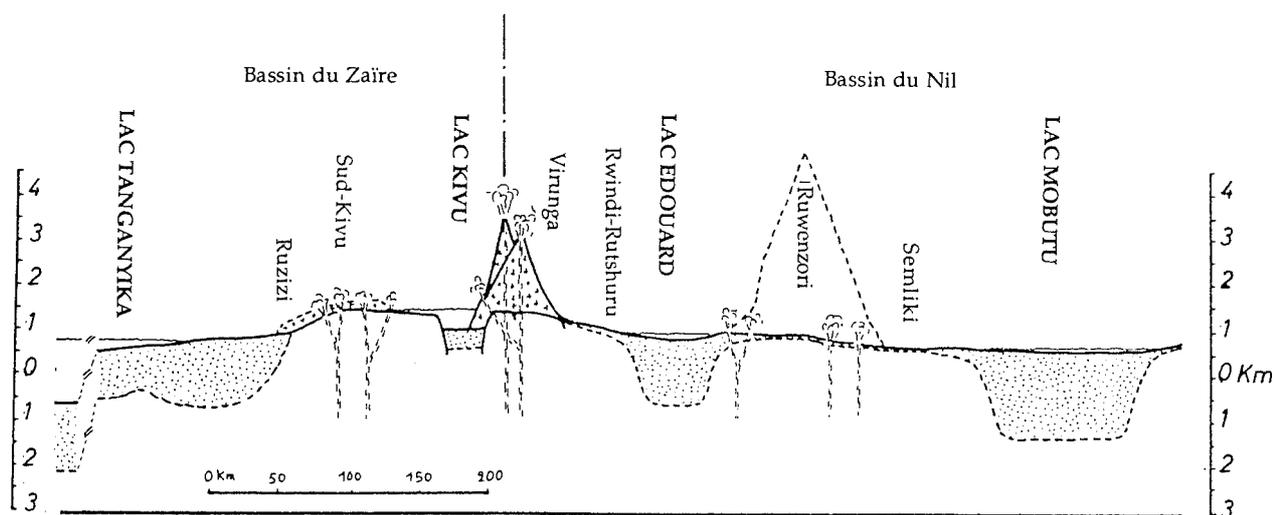


Figure 2 : Profil longitudinal et interprétation du plancher du rift occidental montrant le découpage des bassins sédimentaires et des seuils volcaniques (POUCLET, 1978).

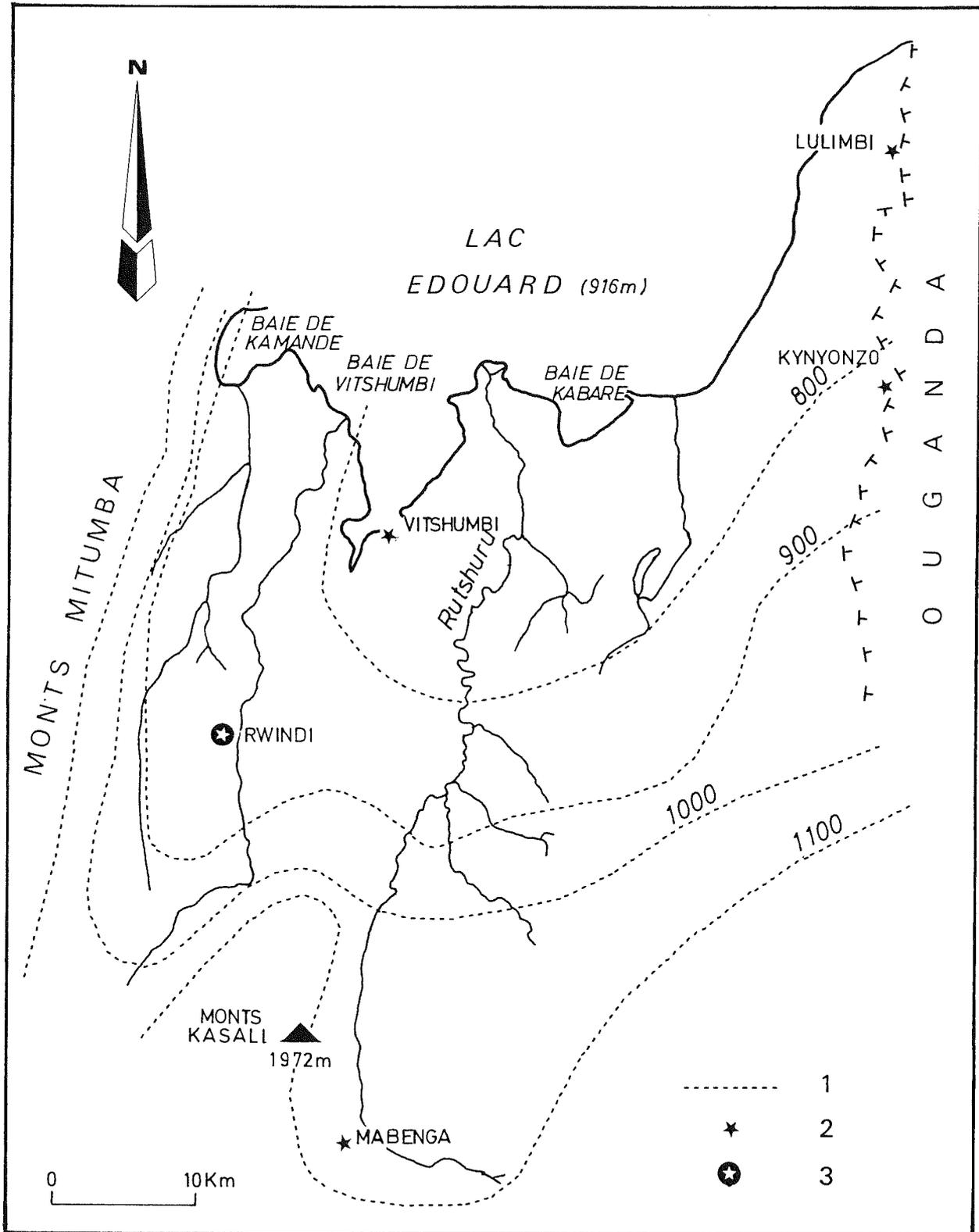


Figure 3 : Lignes isohyètes définissant des sous-régions climatiques dans les plaines de Rwindi-Rutshuru. 1. lignes isohyètes; 2. sous-station; 3. station de Rwindi.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
T* moy.	22,90	22,75	23,12	22,63	22,59	22,44	22,19	22,14	21,90	20,90	22,02	22,11	22,39
max.	28,65	28,35	28,61	27,93	27,85	27,94	27,42	27,28	26,79	26,93	26,96	27,36	27,67
min.	17,14	17,15	17,63	17,34	17,33	16,94	16,96	17,01	17,01	16,87	17,09	16,87	17,11
P moy.	44,4	58,0	72,1	105,5	81,3	60,0	52,8	95,7	100,3	88,9	88,8	53,8	901,6
max.*	128,4	172,0	136,3	172,1	184,1	207,7	98,9	152,0	106,4	139,2	136,3	92,6	970,5
min.*	17,0	24,4	38,3	26,2	45,0	4,8	14,3	34,8	36,2	48,1	39,0	14,3	628,6
nombre jours de pluie	6,5	8,3	10	13,4	10	6,5	6,9	11	13,2	12,3	13,9	8,4	119,3

**Tableau 1 :** Température et pluviosité. Station de Rwindi (1963 – 1972\* et 1975 – 1983); Long. 29°17' est, lat. 0°47' sud; alt. 1 040 m.

tion des lignes de faille principales NE-SO à N-S (CAHEN, 1954). Elles coulent vers le nord, dans le sens de la pente générale faible du fond du fossé. Les effets de la tectonique sur la structure des écoulements sont notables au niveau de la dissymétrie des bassins versants et des rives et par les modifications imposées au cours même des rivières. Ils seront détaillés plus loin.

#### B. Le climat actuel et les plaines sud du lac Edouard : un réseau de drainage des reliefs environnants

Les paramètres critiques du climat actuel sont la pluviométrie, le pourcentage d'insolation relative et les vents.

L'alimentation des rivières se fait au départ des montagnes environnantes bien arrosées ( $P = 1\ 500\ \text{mm}$ ), alors que les plaines sont soumises à un régime d'évaporation intense et ont une pluviosité faible. Les climats locaux qui apparaissent à ce niveau régional sont influencés par la disposition des reliefs. L'observation des relevés pluviométriques des diverses sous-stations du parc montre un gradient positif de pluies depuis les rives sèches du lac Edouard jusqu'aux contreforts humides des monts Mitumba. Ce gradient s'étale de moins de 660 mm à plus de 1100 mm de pluie. Nous avons donc proposé une répartition des sous-régions climatiques dont les limites sont données à la figure 3.

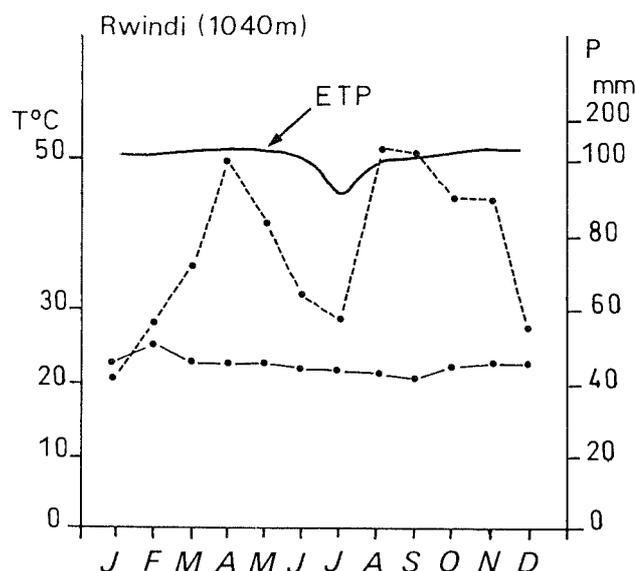
Quant aux éléments du climat mesurés à la station de Rwindi au centre des plaines (Tabl. 1 : Température et pluviosité - Station de Rwindi [1963-1972\* et 1975-1983] et Fig. 4 : Diagramme ombrothermique de la station de Rwindi), ils montrent un régime des précipitations de type tropical à quatre saisons avec les saisons sèches en (mai)-juin-juillet et en décembre- janvier (février). Cependant ces saisons sèches sont plutôt des saisons de moindres pluies. Selon la classification écologique de Köppen, il s'agit du type (AW4)s : climat inter-tropical avec température moyenne mensuelle supérieure à 18°C et saison sèche de quatre mois avec pluies sporadiques.

Le pourcentage d'insolation relative varie de 72 % de

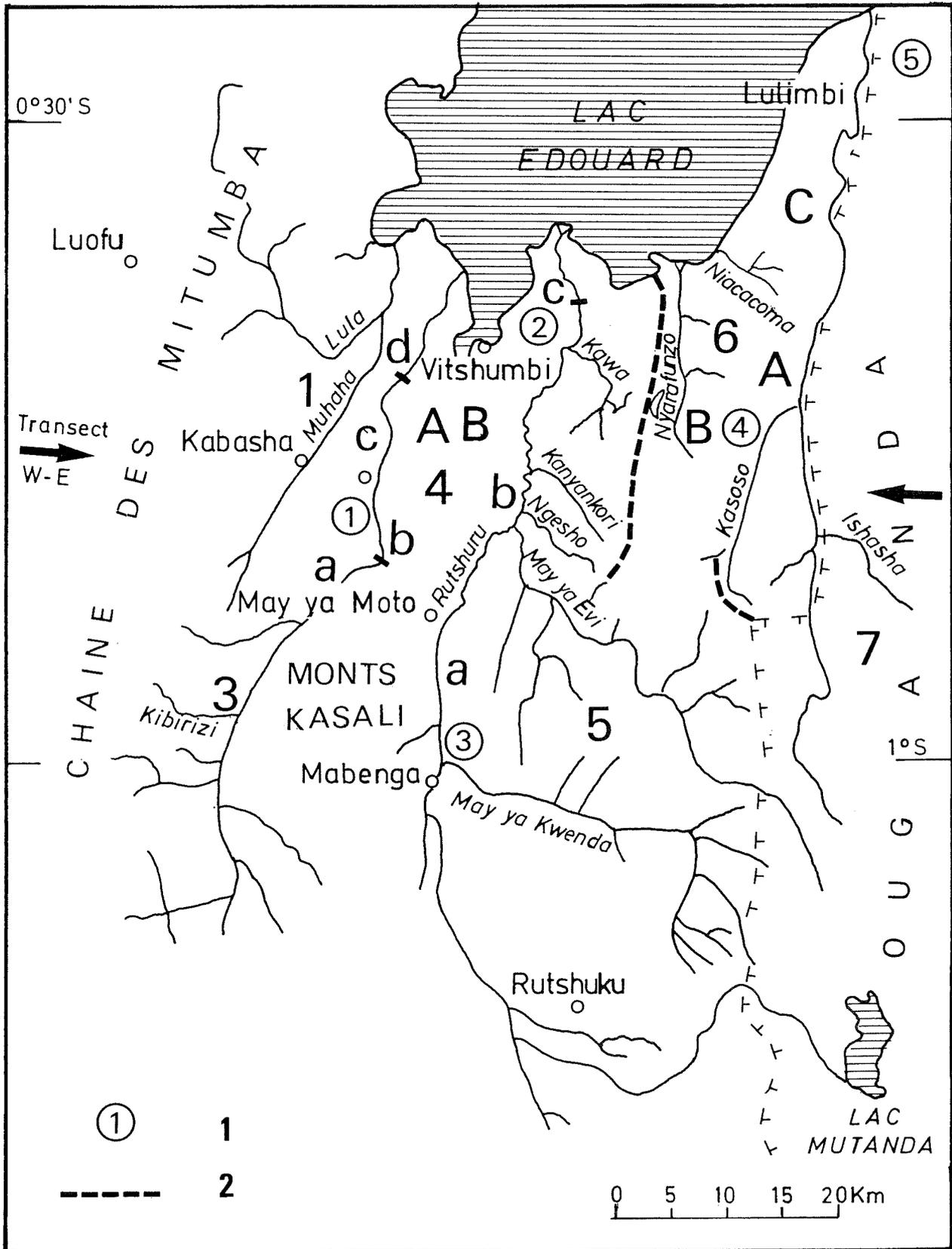
l'insolation potentielle entre 7 h et 17 h en juin (saison sèche) à 54 % en novembre (saison humide). La valeur élevée de 72 % confirme la faible couverture nuageuse; alliée à la siccité de l'air, elle entraîne une évaporation très intense. L'évapotranspiration est estimée à une valeur annuelle élevée : 1 400 mm par an (BULTHOT, 1971 et 1977). La conséquence en est un bilan hydrique négatif tout au long de l'année, sauf au mois de septembre (Tabl. 1 et Fig. 4), qui aura comme conséquence une production végétale réduite.

Les vents secs locaux ont une action desséchante : il existe un effet quasi permanent de foehn à l'intérieur du fossé et un système de brises alternées en rives du lac entraînant un renouvellement dynamique des masses d'air au-dessus des terres.

Il apparaît donc que l'action morphogénétique de ce climat chaud et sec est peu spectaculaire étant donné la faible pluviométrie étalée sur l'année; cependant les variations saisonnières d'humidité auront une influence sur l'évolution des sols et des végétations.



**Figure 4 :** Diagramme ombrothermique de la station de Rwindi.



**Figure 5 :** Réseau hydrographique aboutissant dans les plaines de Rwindi-Rutshuru. 1. emplacement des photographies; 2. limites de bassin.

## V. LA STRUCTURE DU SYSTÈME D'ÉCOULEMENT DES EAUX. LES FORMES ET LES SOLS ASSOCIÉS

La combinaison du facteur tectonique, des climats locaux et de lithologies différentes a conduit au façonnement de bassins versants très différenciés.

Ces derniers forment des entités sous-régionales allongées dans le sens N.S. dont les talwegs aboutissent plus ou moins parallèlement dans le lac Edouard (Fig. 5). Depuis le piedmont des Mitumba à l'ouest jusqu'à la frontière ougandaise à l'est, les bassins versants sont donc juxtaposés et non hiérarchisés, ce qui contribue à accentuer leur individualité.

La coupe de la figure 6 permet d'apprécier les unités morphopédologiques interceptées par les bassins versants selon une séquence ouest-est passant au centre des plaines. Cette coupe traverse les géostructures majeures : le pied de la dorsale Kivu-Nil, le fossé dans lequel coule la Rwindi, le fossé central où méandre la Rutshuru séparée de la Rwindi à l'ouest et de l'Ishasha à l'est par de larges interfluves, et le rebord tectonique surplombant l'Ishasha (la bordure est du fossé occidental se trouve en territoire ougandais). Les entités suivantes sont analysées :

- le bassin de la Muhaha,
- l'interfluve Muhaha-Rwindi,
- le bassin de la Rwindi,
- l'interfluve Rwindi-Rutshuru,
- le bassin de la Rutshuru,
- l'interfluve Rutshuru-Ishasha,
- le bassin de l'Ishasha.

### A. Le piedmont des monts Mitumba

#### Bassin de la Muhaha (1)

Le cours de la Muhaha forme une gouttière au pied des Mitumba, lesquels reçoivent des précipitations abondantes (pluviosité de 1 500 mm).

C'est un bassin où le parcours de la rivière est instable, soumis au processus de colluvionnement au départ des Mitumba et sans marque d'effet tectonique. La rivière, peu érosive, coule à la surface de sédiments foncés parfois légèrement salins, aux sols hydromorphes et localement organiques. Son cours est non stabilisé, intermittent en de nombreux endroits et souvent marécageux. Le seul affluent permanent est la Lula qui débouche des montagnes près du lac. L'embouchure de la Muhaha est un vaste marécage qui s'avance dans la baie de Kamande.

#### Interfluve Muhaha-Rwindi (2)

La rivière Muhaha est alimentée surtout à partir des versants des Mitumba. La partie droite de son bassin qui s'étend jusqu'au versant de rive gauche de la Rwindi présente une pente faible vers la gouttière de la Muhaha. Elle est soumise au régime climatique sec des plaines et ne présente pas de réseau hiérarchisé mais des marécages alimentés en saisons des pluies. C'est donc le rebord de

falaise longeant la rive gauche de la Rwindi qui forme l'interfluve des deux rivières.

### B. Des glacis et plateaux de la transition avec les hauts-reliefs occidentaux vers les dépôts lacustres anciens et le lac

#### Bassin de la Rwindi (3)

La plus grande partie de ce bassin se situe en dehors des plaines, établie dans les monts Mitumba et Kasali aux versants bien arrosés. Le réseau y est dense jusqu'au dernier affluent, la rivière Kibirizi : elle descend des Mitumba en rive gauche et forme un tronçon de la limite sud du Parc. A partir de là, la Rwindi parcourt sans affluent les 50 km qui la séparent de son embouchure dans le lac Edouard.

Ce parcours traverse quatre domaines lithologiques distincts :

##### 1. Dans les glacis de piedmont, un bief sinueux.

Au pied du horst des monts Kasali, la rivière méandre vers l'est dans une large plaine alluviale (1 km), étalée à plusieurs dizaines de mètres en contrebas des rives, creusées dans les glacis de piedmonts et dans les plateaux qui les prolongent.

Les sols y sont marqués par la couleur rougeâtre des matériaux parentaux provenant des reliefs ayant évolué en conditions d'altération ferrallitique. Les épandages de ces produits comportent une charge grossière visible dans les coupes le long des rives, faites de graviers de schistes gréseux, de quartz et de grenats très altérés, et parfois de blocs de cuirasses ferrallitiques.

##### 2. Dans le banc calcaire, le "canyon" surimposé de la Rwindi.

A l'extrémité du massif des Kasali, la rivière modifie brutalement son tracé par un angle droit vers le nord. L'origine de ce changement de direction est tectonique. Elle coule alors (est surimposée?) sur des terrains argileux foncés armés d'un banc d'accumulation calcaire à une profondeur de 1 m et sa vallée se rétrécit en une gorge, profonde de 40 m et large de quelque 200 m, qui forme un tronçon en épi.

##### 3. Dans les dépôts fluvio-lacustres érodés, un bief sinueux dans une large plaine alluviale.

Au sortir du canyon, la rivière méandre abondamment dans une plaine alluviale large, encadrée par des plateaux sujets à une forte érosion et dont l'altitude va en diminuant. Les terrains traversés (visibles dans les cirques d'érosion en face de la station de Rwindi) sont rougeâtres, alternant les niveaux argileux marmorisés et les niveaux sablo-limoneux et graveleux riches en concrétions ferrugineuses.

##### 4. La basse plaine alluviale.

Après le dernier bas-plateau et jusqu'à l'embouchure dans la baie de Vitshumbi, le cours est sinueux, étroit, inscrit dans une plaine de débordement. Les photographies

aériennes verticales (1/40 000, IR, IGN, 1959) dévoilent de nombreux méandres abandonnés dans la partie haute de ce tronçon, qui traverse d'anciennes flèches littorales. Le delta de type fluvial est peu développé.

Le cours de la Rwindi est occupé principalement jusqu'en amont du delta par une végétation forestière (Photo 1) : la forêt galerie à *Pterygota macrocarpa*, dont les couronnes globuleuses dominent la futaie à une hauteur de 25 m.

#### Interfluve Rwindi-Rutshuru (4)

L'interfluve de ces rivières ne présente pas d'axe de drainage marqué malgré l'existence d'écoulements temporaires. Les domaines lithologiques et morphologiques recouverts forment globalement deux ensembles :

— à l'est, des bas-plateaux sur formations homogènes claires limono-argileuses,

— à l'ouest, différents modèles apparentés d'abord aux épandages de piedmont des reliefs environnants, ensuite à diverses sédimentations lacustres.

##### *a. Secteur ouest : des glacis de piedmont aux bordures lacustres*

Dans la partie ouest de l'interfluve, à partir de la limite sud du Parc, les systèmes ("land systems") des piedmonts des Kasali aux sols colluviaux peu évolués perméables sont caractérisés par une dynamique d'infiltration.

Il en est de même quand on traverse vers le nord un plateau à micro-relief en ressauts de faille, sous-tendu par un banc calcaire où les sols argileux (30 à 40 % d'argile) sont rétentifs et riches en matière organique. Une datation de celle-ci a fourni un temps de résidence moyen de plus ou moins 630 années, indiquant par là une

longue stabilité du modelé et de sa végétation herbacée de couverture (Formation à *Botriochoa sp.*). En contrebas des ressauts structuraux se logent des mares circulaires de 2 à 5 ares, soumises à une alimentation aléatoire vu les faibles précipitations mesurées (de 800 à 660 mm).

En aval vers le rivage du lac, de petits écoulements saisonniers existent sur les terrains argileux des cuvettes correspondant à des lagunes exondées, tandis que les supports plus sableux des plages et des cordons sont perméables.

##### *b. Secteur est : des dépôts de type pro-delta encadrant la Rutshuru*

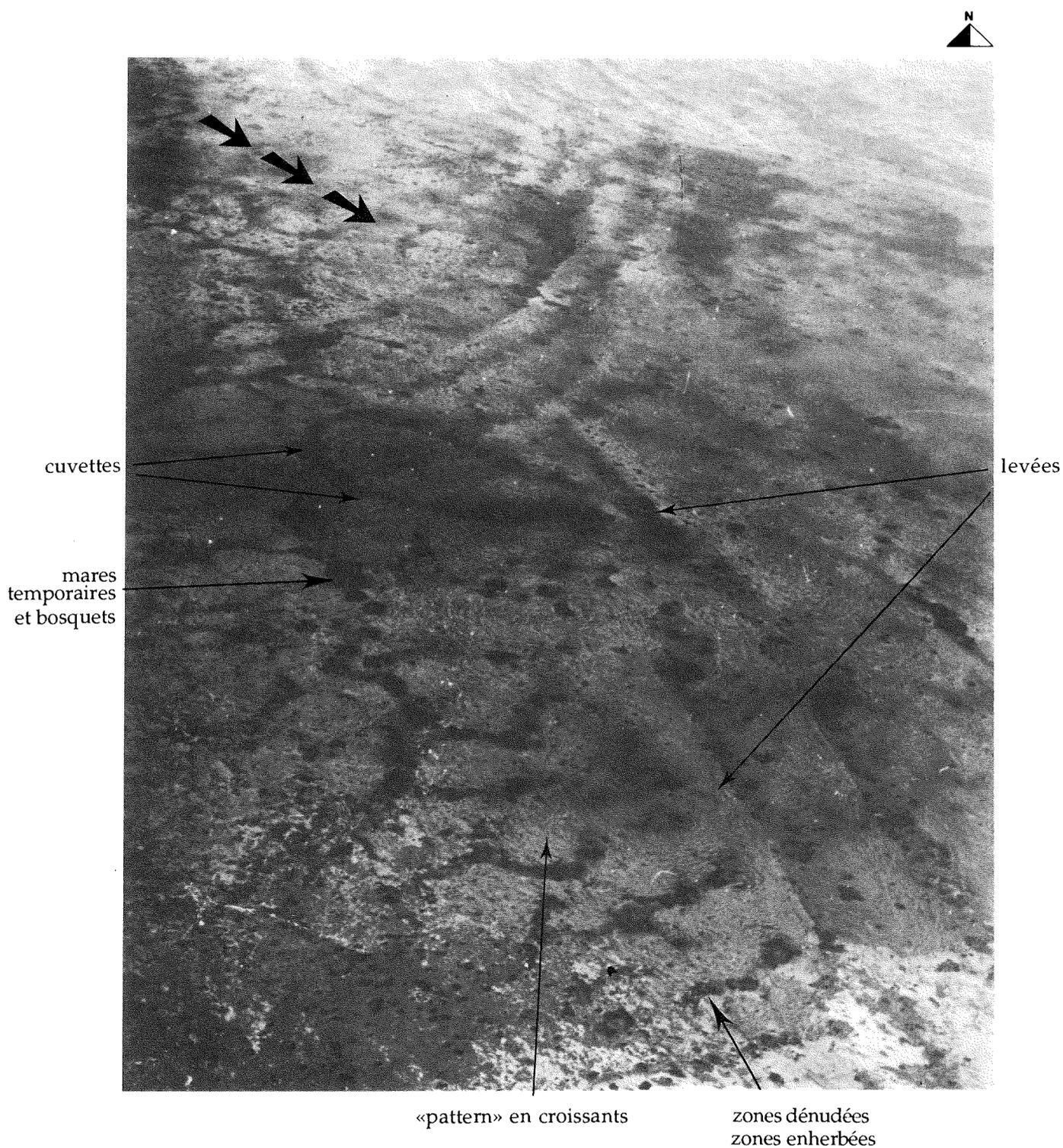
Les dépôts de ce secteur correspondraient à la formation de la Semliki et reflètent une phase climatique humide (LEPERSONNE, 1949). Toutefois, ces séries pourraient se voir attribuer un âge plus récent au vu de recherches géologiques actuelles (VANOVERSTRAETEN *et al.*, 1990). La forme générale en éventail des dépôts (qui débordent sur la rive droite de la Rutshuru actuelle) et la présence de levées dans l'axe des lobes (digues) est caractéristique des faciès deltaïques de type pro-delta.

L'ensemble du modelé est fait de surfaces tendues et planes où la présence de levées donne un relief en longs alignements soulignés par des buissons (Photo 2). Entre les levées, le modelé en apparence plane présente un arrangement systématique de divers constituants :

1°) des cuvettes à peine marquées dans la topographie, fortement enherbées. Des mares occupent temporairement les points bas de ces cuvettes; elles sont bordées de bosquets forestiers. Ces dépressions occupent 20 % de la superficie du paysage.



**Photo 1 :** Vue aérienne de la rivière Rwindi vers le sud (monts Kasali).



**Photo 2** : Vue aérienne oblique rapprochée du modelé de surface des dépôts de rive gauche de la Rutshuru actuelle (1981). Montage N & B réalisé par G. Buchet, Sc. Sol.

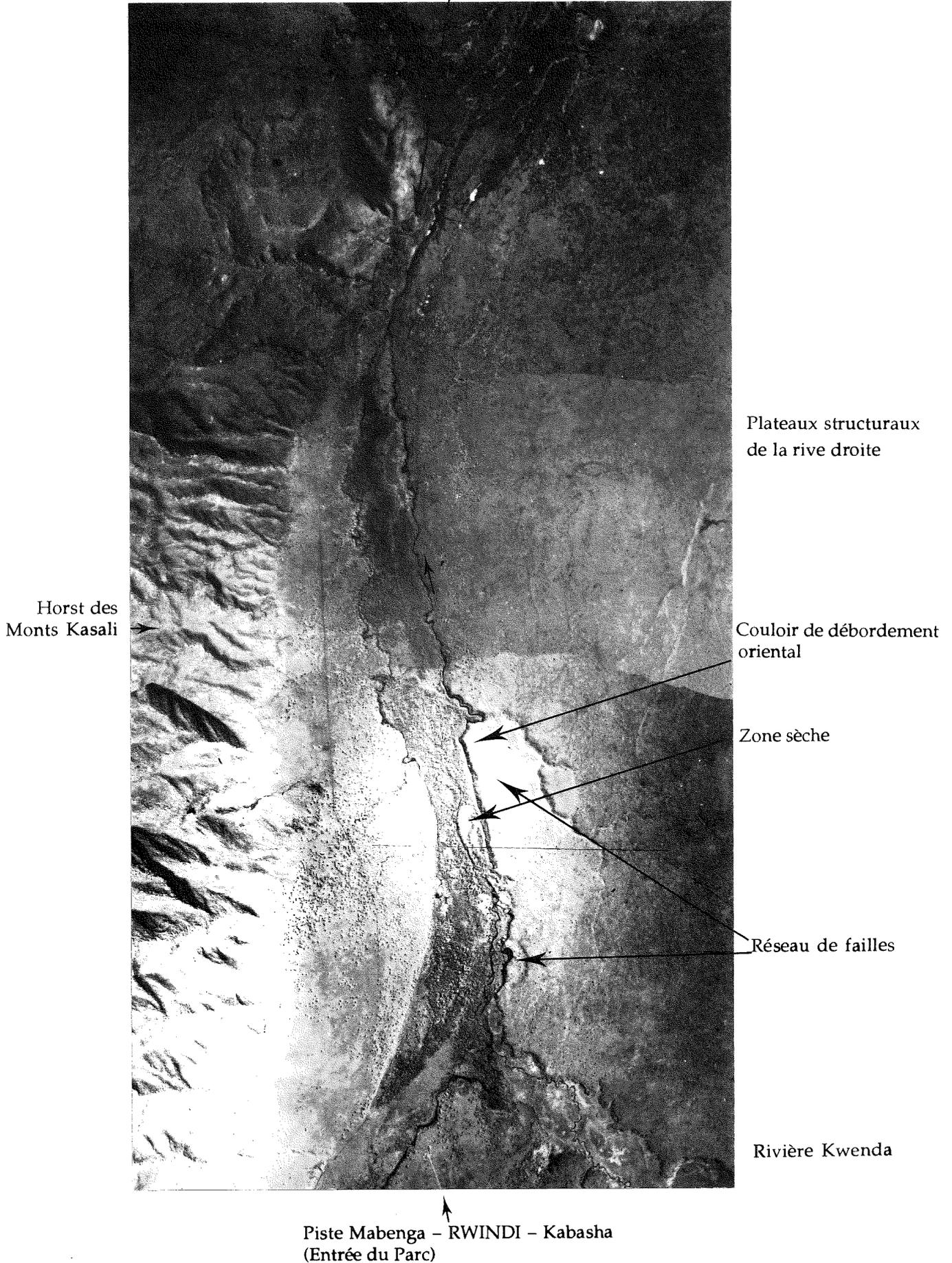


Photo 3 : Bief de la Rutshuru au pied des monts Kasali : l'influence déterminante de la tectonique. Vue aérienne verticale (IR., IGN, 1959).

2°) autour de ces zones déprimées sont disposées concentriquement des plages en croissants, les unes enherbées, les autres intercalées et dénudées. Ce "pattern" en croissants (vermiculaires), encadré par de longs alignements, est perceptible sur les photographies aériennes verticales de 1959 (1/40 000). Les plages enherbées présentent un recouvrement sableux de surface. Les plages dénudées couvrent jusqu'à 30 % de la superficie du paysage.

Nous expliquons ce modelé par l'effet colmatant des dépôts argileux qui induisent une circulation des eaux en surface avec des transports sableux plutôt que l'infiltration. Les sols en dehors des levées sont de texture limoneuse et sableuse en surface et argileuse en profondeur. L'infiltration mesurée dans le modelé plan est inférieure à 20 mm/heure. La localisation de la végétation et la faible évolution pédogénétique s'expliquent par la très faible pluviométrie dans cette sous-région des plaines (600 mm de pluies) et par le pâturage intensif par les hippopotames, limitant la croissance de la végétation herbacée à même de freiner les déplacements de sable.

Le ruissellement en nappe est ainsi le processus morphogénétique actif dans ces dépôts. Les mares qui se créent temporairement dans les points bas des dépressions permettent la colonisation par les bosquets forestiers. Ailleurs, la pelouse, discontinue, croît sur les minces couches sablo-limoneuses en forme de croissants engendrées par le ruissellement. Quant aux buissons alignés au pied des levées ou des bourrelets sableux, ils bénéficient de l'accumulation des eaux qui sont infiltrées dans les sols sableux des levées et qui ne peuvent percoler dans les couches argileuses inférieures.

Les bourrelets sableux, par leur perméabilité renforçant l'alternance saisonnière et grâce à la présence de carbonates, ont favorisé la formation de minéraux gonflants dans le complexe d'altération et ont permis le développement d'un isohumisme dans les sols : ils sont recouverts d'une végétation psammophile à productivité relativement élevée.

Les sédiments fins ont donné lieu à des sols sans développement de profil ou halomorphes, qui présentent une structure compacte. Ces caractères extrêmes sont à l'origine d'une végétation halophile et de faible productivité.

C. Depuis les laves des volcans Virunga, le long du horst des Kasali et de ses sources thermominérales, à travers les dépôts centraux de la plaine.

#### Bassin de la Rutshuru (5)

Le bassin de la Rutshuru débute dans les reliefs humides du rebord oriental du rift et récolte les eaux en aval des champs de laves avant d'entrer dans les plaines du centre du Parc. Ses unités structurales portent la trace de l'influence de la tectonique. Sa limite orientale longe une ligne de faille escarpée : la faille de Kizi.

La source de la Rutshuru se situe au lac Mutanda (à plus de 1 900 m d'altitude) dans les massifs précambriens de

la frontière ougandaise. Au contact des épanchements de lave basaltique des volcans Virunga, la rivière modifie la direction de son tracé et présente alors, au passage des seuils, de jolies chutes qui forment une attraction touristique sur la route vers le Parc.

En aval du poste de Mabenga, entrée du Parc située au pied des monts Kasali, son parcours se structure en trois tronçons : le bief (1) longeant le horst des Kasali, contrôlé par la tectonique, le tronçon (2) méandrant dans les basses plaines et enfin le delta (3).

#### 1. Le bief du pied du horst des Kasali, contrôlé par la tectonique.

A partir de Mabenga, à la confluence avec la rivière Kwenda, le bassin se développe essentiellement en rive droite. Un ensemble de plateaux structuraux y est drainé par des rivières affluentes d'axe plus ou moins est-ouest, perpendiculaires aux lignes de faille principales : le Kwenda et l'Evi. Des lacs de faille (le lac Luilango, par exemple) en chapelets ont comme exutoire temporaire la rivière Evi.

Dès la confluence avec la Kwenda, le cours de la Rutshuru est contrôlé sur une dizaine de kilomètres par un réseau de failles. La dynamique de l'écoulement y est conditionnée par des différences de niveaux entre blocs tectonisés. Les eaux s'étalent et finissent par déborder en autant de cascades dans le couloir de faille le plus bas, situé vers l'est (Photo 3). Au nord de ces cascades, le site de May ya Moto, au pied des monts Kasali, est connu pour ses sources d'eaux chaudes salines, bicarbonatées et chlorurées sodiques, témoins de l'activité volcanique actuelle. Les eaux de ces sources se déversent dans la Rutshuru et alimentent le cours aval en sels (Na, Cl, Ca).

#### 2. Morphogenèse en dépôts meubles de plaine.

En aval du horst des Kasali, la rivière occupe un large chenal, avec des méandres peu nombreux et amples. Ses caractéristiques sont celles d'une rivière à forte charge sableuse traversant un matériau d'accumulation consolidé par des précipitations salines et réalimenté lors de chaque période de crue. Les rivières affluentes, en rive droite exclusivement, ont des cours intermittents : la Ngesho (large entaille relicte), la Kanyankori, la Kawa. Les terrains traversés sont des sédiments fins et de couleur claire, fluviolacustres à stratifications obliques. Ils sont localement surmontés de bourrelets sableux (levées) en relief dans le modelé général tendu.

Les photographies aériennes révèlent des méandres abandonnés et une dissymétrie des terrasses par rapport au cours actuel. L'halomorphie domine le régime d'évolution des sols et les terrasses sont soit sans végétation et laissant apparaître la couleur claire des matériaux, soit recouvertes d'une pelouse rase alcalinophile. Cet état de surface confère au cours de la Rutshuru un contraste net avec la forêt-galerie de la rivière Rwindi.



**Photo 4 :** Vue aérienne vers le sud des plateaux du sud-ouest à drainage en treillis. Lac Kikere.



**Photo 5 :** Vue aérienne de la moyenne vallée de l'Ishasha vers l'est. En arrière-plan, le rebord oriental du fossé tectonique ("Western rift") (1981).

Cette partie de la rivière aux rives basses est un lieu de très grande concentration d'hippopotames : leur densité de 100 à 150 individus par km de rives est à l'origine d'un pâturage intensif sur les rives voisines.

### 3. Le delta.

La plaine alluviale basse est garnie de hauts-fonds exondés dispersés dans un lit assez large, indiquant une charge de fond importante. Aussi est-elle sujette aux inondations par rupture ou débordement des levées. De même, elle forme un delta très constructif allongé en forme de patte d'oie (*bird foot*).

## D. Les zones d'entaille dans les dépôts fluvio-lacustres du pourtour est et les milieux à morphodynamique active dans les formations lacustres en aval

### Interfluve Rutshuru-Ishasha (6)

L'interfluve de ces deux grandes rivières présente trois entités distinctes liées à la morphologie héritée et aux terrains traversés.

Le rebord oriental de ce bassin est d'origine tectonique et est longé par une falaise érodée qui a localement livré des fossiles de mammifères, notamment une molaire attribuée à *Mammuthus subplanifrons*, dont la présence suggère un âge pliocène ancien (quatre millions d'années) pour le niveau fossilifère (VANOVERSTRAETEN *et al.*, 1990).

#### 1. Le réseau fossile dans les sédiments fluvio-lacustres rougeâtres.

La partie sud-ouest du bassin présente un modelé de plateaux séparés par des écoulements non hiérarchisés résultant d'abandons de réseaux et de captures liés à des épisodes tectoniques, notamment un rajeunissement d'âge pléistocène moyen (DE HEINZELIN, 1962). Des lacs permanents et des mares se forment dans les vallées abandonnées et leur niveau varie en fonction de la pluviométrie annuelle. C'est le cas du lac Kikere (Photo 4) où séjournent des familles d'hippopotames plus ou moins nombreuses suivant les pluies tombées dans l'année.

L'allure en baïonnettes du réseau est soulignée par les formations forestières occupant les bas de pente et les fonds du réseau fossile.

Les dépôts limoneux fluvio-lacustres associés à ces hautes surfaces montrent la marque de la ferrallitisation. Les sols y sont profonds, à caractère isohumique marqué par la diffusion profonde de matière organique et de calcium sur un matériau rougeâtre.

#### 2. Les glacis d'accumulation remaniés.

En contrebas de ces plateaux vers l'est, s'échelonnent des surfaces disséquées et instables sujettes à des écoulements anarchiques. Sur les supports les plus argileux, les écoulements se concentrent temporairement et rendent les terres impraticables en saison humide.

Une partie des eaux provenant de ces mares et marécages alimentent le lac Kizi (200 ha), lac de faille suspendu, dont l'exutoire débouche du même ensemble de marécages formant son alimentation. L'écoulement s'incline ensuite nettement vers le nord et suit une ligne structurale plus ou moins parallèle à l'axe de l'escarpement de la faille de Kizi. Divers écoulements intermittents s'y joignent pour former la rivière Nyarafunzo, qui débouche à l'arrière d'un important cordon lagunaire, formant un marécage en contact à l'ouest avec le lac Edouard.

Les sols y sont incipiens, à caractères halomorphes hérités ou à pédogenèse inhibée par une morphodynamique active.

Au nord d'une large cuvette d'accumulation colonisée par la forêt à *Euphorbia dawei*, la petite rivière Niacomoma forme la limite du secteur 2.

### 3. Le plateau de Lulimbi-Ishasha.

Cette partie septentrionale de l'interfluve forme un plateau surplombant la rive est du lac, et la rive droite de l'Ishasha, frontière naturelle entre le Zaïre et l'Ouganda.

Au nord, les terres sont parcourues par des écoulements non hiérarchisés, localisés à des supports particuliers : dépôts lacustres salins et argileux aux sols salins où la faible perméabilité des formations superficielles favorise la stagnation des eaux. Au contraire, les terrains sableux et limono-sableux des anciennes dunes, plages et cordons littoraux ont donné lieu à des sols isohumiques tropicaux perméables. Ces derniers sont associés aux terrains argileux en un "pattern" d'échelle kilométrique, déjà décrit précédemment (VANOVERSTRAETEN *et al.*, 1984), matérialisant d'anciennes bordures lacustres exondées.

## E. Au pied de la bordure orientale relevée de ces plaines, le bassin ougando-zaïrois de l'Ishasha et le contact avec la remontée orientale du fossé.

### Bassin de l'Ishasha (7)

L'Ishasha prend sa source en Ouganda dans les massifs précambriens du sud. De même que la rivière Rwindi, elle reçoit son dernier affluent à son entrée dans le Parc : la Kasoso, formant la limite du Parc à la hauteur du village frontière d'Ishasha.

Le tracé vers l'aval est étroit et sinueux. Les méandres très resserrés entaillent une plaine alluviale plus ancienne, très large. A la hauteur d'Ishasha, la rivière est encadrée par des terrasses en rive ougandaise et par un plateau en rive zaïroise (plateau de Lulimbi-Ishasha). Ces deux modelés présentent une pente ouest faible (de l'ordre de 5 à 7 % en rive zaïroise). Ensuite le cours s'inscrit dans les plaines centrales du fond du fossé (Photo 5).

Le delta de type fluvial est plus constructif que celui de la rivière Rwindi, comme l'atteste la comparaison des

photographies aériennes verticales de 1959, et les survols obliques réalisés en 1981. Plusieurs cours anciens sont décelables sur les photographies. Ces cours s'inclinaient vers l'ouest au-delà du passage des terrains durs du plateau de Lulimba-Ishasha et s'incurvaient vers le lac Edouard poussés par les courants horlogiques circulant dans le lac. La rivière a actuellement redressé son cours vers le nord.

Le lit de la rivière est principalement bordé de formations forestières, hormis dans la plaine alluviale basse, sujette aux inondations, occupée par des formations herbacées et par des fourrés sur les levées.

## VI. CONCLUSION

Dans la mesure où l'analyse détaillée du réseau hydrographique dans les plaines de Rwindi-Rutshuru s'intégrait dans une démarche plus générale destinée à cartographier les sols dans leurs relations avec l'environnement, on peut résumer de la manière suivante les enseignements de cette recherche.

### A. Les effets structurants de la tectonique sur l'allure du réseau

La tectonique est globalement à l'origine d'une dissymétrie dans les bassins versants, dans les rives et les terrasses du réseau. Les observations ci-après confirment son influence

- les axes des rivières Muhaha, Rwindi, Rutshuru et Ishasha sont orientés dans la direction des lignes de faille N.S. et leurs bassins sont juxtaposés,
- l'interfluve Rutshuru-Ishasha montre un réseau fossile en baïonnettes (résultant de captures et d'abandons),
- l'inclinaison brutale du cours de la Rwindi vers le nord au pied des monts Kasali a surimposé (?) la rivière à des matériaux durs.
- dans le bief de la Rutshuru longeant les monts Kasali, la dynamique de l'écoulement est contrôlée par la tectonique,
- le réseau est alimenté par des venues thermo-minérales (bassin de la Rutshuru, de la Nyarafunzo),
- le lac Kizi est un lac de faille suspendu.

### B. La part d'origine volcanique dans l'approvisionnement des minéraux des sols

La présence de sites de sources d'eaux thermo-minérales remontant le long des plans de faille est à l'origine d'un approvisionnement localisé en sels. Il en est de même pour le passage de la Rutshuru au pied des champs de lave des Virunga. Le rôle du réseau hydrographique dans la distribution des sels est indéniable et a des conséquences sur l'évolution en conditions halomorphes ou alcalines des sols en aval de ces approvisionnements.

### C. La faiblesse de l'alimentation en eau dans les plaines

Les rivières débouchant dans le lac sont alimentées à partir des massifs montagneux humides environnants. Dans les plaines soumises à un climat plus aride, elles n'ont pas d'affluents permanents. En conséquence d'une faible pluviométrie (600 à 800 mm), de grandes surfaces existent sans écoulements hiérarchisés.

L'alimentation en eau des sols des interfluves est donc dépendante de la pluviosité en premier lieu et, éventuellement, du niveau de la nappe aquifère, mais seulement pour les unités proches du lac et des rivières.

Le climat plus aride est à l'origine d'une circulation discontinue et de concentrations localisées des eaux de surface, plutôt que d'une infiltration et d'un lessivage continu. Il y a mise en solution des sels et des éléments minéraux dans les sols des interfluves puis reconcentration locale suite à l'évaporation ou à la consommation par les végétaux.

### D. L'importance de la différenciation par les domaines sédimentaires

L'absence de hiérarchie entre les bassins indépendants contribue à leur spécificité, liée aux différents domaines sédimentaires.

C'est ainsi que les bassins de la Rwindi et de l'Ishasha entaillent les grands dépôts de colluvionnement des reliefs environnants au sein d'un réseau très ramifié, avant de creuser sans affluent les dépôts lacustres anciens puis actuels. Leurs vallées dans le Parc se logent dans des plaines alluviales anciennes.

La Rutshuru draine déjà les laves basiques des volcans Virunga avant de subir les effets directs de la tectonique au pied des monts Kasali. Elle entaille ensuite les alluvions pro-deltaïques à lithologie fine, à l'origine d'un ruissellement actif en surface. Son bassin, développé presque exclusivement en rive droite, entaille des dépôts lacustres anciens et l'alimentation y est intermittente.

La rivière Muhaha n'entame, quant à elle, que la surface de formations alluvionnaires et colluvionnaires foncées argileuses et forme une gouttière au pied de monts Mitumba.

## VII. BIBLIOGRAPHIE

- BULTOT, F., 1971. *Word survey of climatology. Climates of Africa*. 10, Ed. J.F. Griffiths, Elsevier.
- BULTOT, F., 1971-72. *Atlas climatique du Bassin congolais*, 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> parties. Publ. INEAC, H.S. s.p.
- BULTOT, F., 1977. *Atlas climatique du Bassin zaïrois*. 4<sup>e</sup> partie. Publ. INEAC, H.S., s.p.
- CAHEN, L., 1954. *Géologie du Congo belge*. Liège, Vaillant-Carmanne, 577 p.

- DE HEINZELIN, J., 1962. Paleoecological conditions of the Lake Albert-Lake Edward Rift. Viking Fund. Publ., in : *Anthropol.*, 36 : 276-284.
- GAUCHER, G., 1974. *Milieu naturel, pédogenèse et prospection du terrain en pédologie agricole*. Exposé réunion "Synthèse agronomie de l'IRAT", 19 p.
- LEPERSONNE, J., 1949. Le fossé tectonique Lac Albert-Semliki-Lac Edouard. Résumé des observations géologiques effectuées en 1938-1940. *Ann Soc. géol. Belg.*, 72 : M1-M92.
- POUCLET, A., 1978. Les communications entre les grands lacs de l'Afrique centrale. Implications sur la structure du rift occidental. *Mus. roy. Afr. centr., Dept. Géol. Min.*, Rapp. ann. 1977, Tervuren, 145-155.
- VANOVERSTRAETEN, M., VAN GYSEL, J., MATHIEU L. et BOCK L., 1984. Etude intégrée au Parc National des Virunga (PNVI Contre- Zaïre oriental). Les milieux morphopédologiques, supports des écosystèmes. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, 19, 3/4, 189-225.
- VANOVERSTRAETEN, M., 1989. *Apport de la morphopédologie à l'étude de la dynamique des écosystèmes. Application à l'aménagement du Parc national des Virunga (Zaïre oriental)*. Thèse Doct. Sc. agron., Fac. Sc. agron. Gembloux, Belgique, 280 p.
- VANOVERSTRAETEN, M., VAN GYSEL, J., TASSY, P., SENUT, B. et PICKFORD, M., 1990. Découverte d'une molaire éléphantine dans le Pliocène de la région d'Ishasha, Parc national des Virunga, sud du lac Edouard, Province du Kivu, Zaïre. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 311, série II : 887-892.

Adresse de l'auteur : Mireille VANOVERSTRAETEN  
Unité de la Science du Sol  
Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux  
Avenue du Maréchal Juin, 27  
B - 5030 GEMBLoux

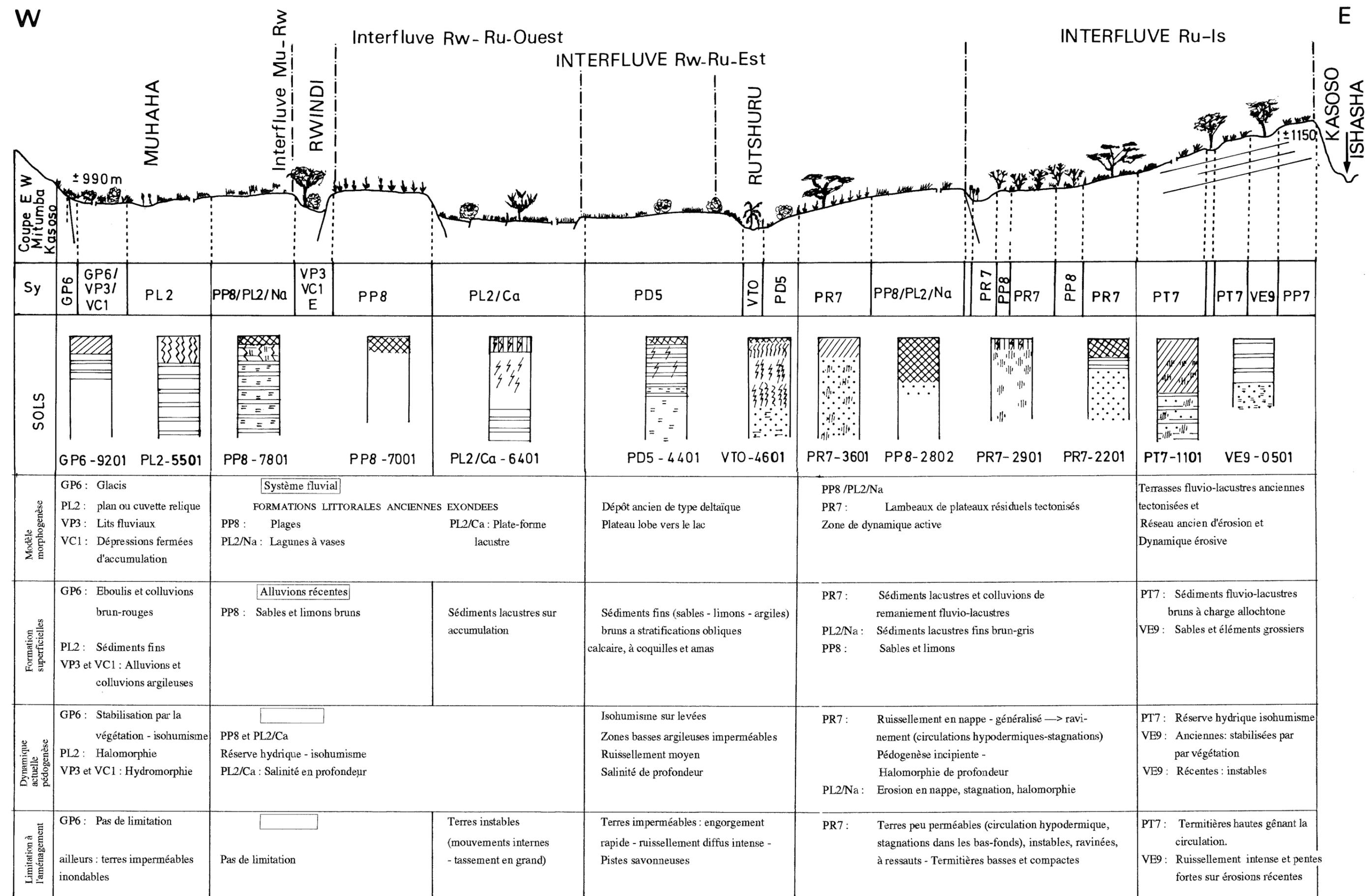


Figure 6 : Distribution schématique des unités morphopédologiques interceptées par les bassins versants selon une séquence ouest-est au centre des plaines