

# Substratum géologique et partage des terres dans le sud du Tchad

Région des lacs de Léré et de Tréné  
et réserve de faune de Binder Nayri.

**Max Vidal**, géologue

**Manoli Nontanovanh**, géologue informaticienne

**Jean-Louis Devineau**, phytoécologue

**Jean-Claude Doumnang Mbaigane**, géologue

**André Pouclet**, géologue

## Introduction

À travers une analyse du substratum géologique et de l'occupation du sol dans une région sahélo-soudanienne au sud du Tchad : le massif du Mayo-Kébbi (carte 1), nous proposons de montrer :

- quels sont les liens entre la nature du substratum géologique (socle et formations superficielles) et les paysages ;
- comment se répartissent les ressources naturelles entre les paysages et comment se réalise le partage entre les zones fortement anthropisées et les zones naturelles dédiées à une réserve de faune.

Basée sur une analyse de terrain spatialisée (cartographie géologique et pédologique, enquête villageoise...), complétée par des éléments de bibliographie, la méthode fait également appel aux outils de télédétection pour la mise à jour de la carte d'occupation du sol. La compilation globale aboutit à une meilleure compréhension de l'organisation des paysages.

## Données géographiques

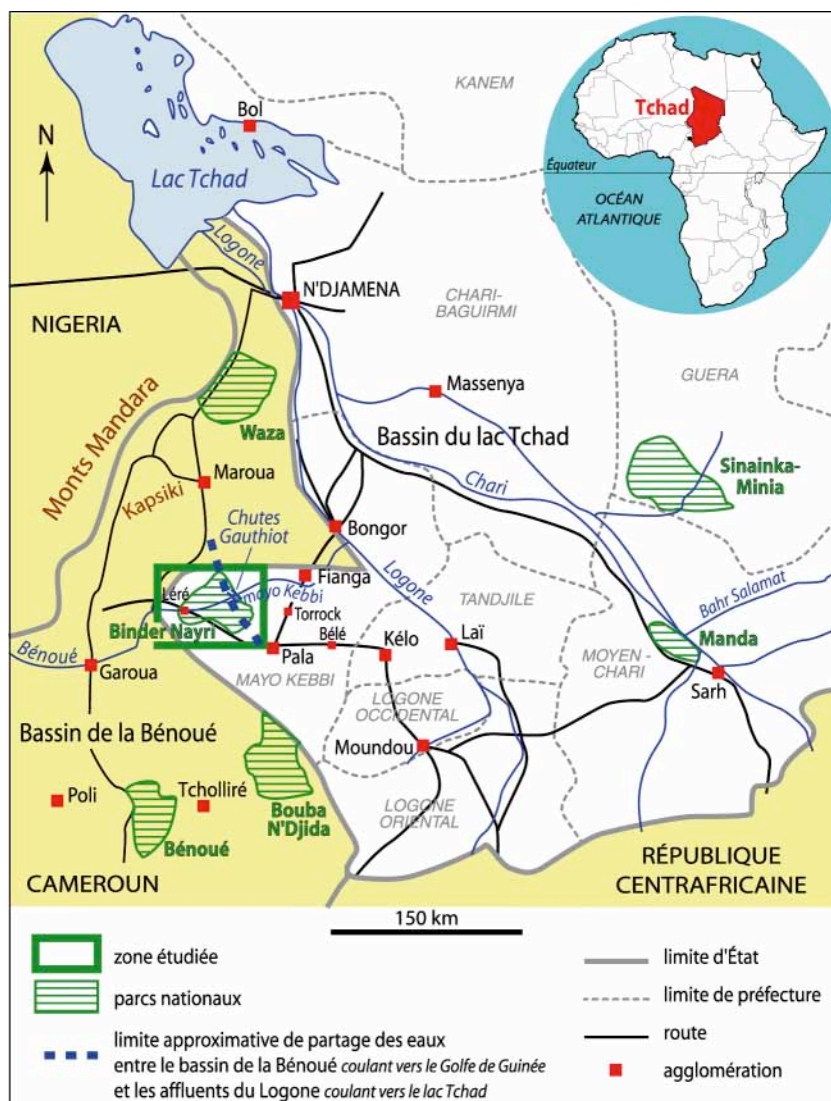
Le secteur d'étude correspond à la zone située entre 9° et 10° de latitude nord et 14° et 15° de longitude est. Il est contenu *pro parte* dans la feuille au 1/200 000 de Léré (carte 1) et dans les régions administratives du Mayo Kebbi et du Mayo Dala. Un caractère important de cette région est qu'elle se trouve sur le tracé de l'axe routier qui relie Bangui à N'Djaména via Garoua, particulièrement utilisé en saison des pluies.

Le climat régional est de type sahélo-soudanien (Beauvilain, 1995), avec une pluviométrie de l'ordre de 900 mm répartie sur 6-7 mois (de mai à novembre). Le réseau hydrographique du secteur est dense (Cabot, 1965 ; Cheverry et Fromaget, 1970) et les grands mayos sont des affluents directs ou indirects de la Bénoué (bassin du fleuve Niger). Le Mayo Kebbi, traverse le secteur d'étude d'ouest en est et alimente les lacs de Léré et de Tréné (carte 1).

Les trois ethnies principales du secteur d'étude sont les Moundangs (Djondang, 2000), « propriétaires » ancestraux de la région, les Foulbés, concentrés dans la partie nord, et les Haoussas, peuple de pêcheurs installés sur les rives des lacs (Féron, 1995 ; Bibens, 2001). Les M'Bororos (pasteurs peuls) visitent la zone au moment des transhumances.

La faune sauvage, malgré l'existence depuis 1974 de la réserve de Binder-Nayri (9°30'-9°50' N, 14°10'-14°40' E), n'est présente qu'en faible densité (Dejace, 1996 ; Becker, 1997 ; Engref, 1999). Cette faiblesse s'explique principalement par une forte pression du braconnage s'exerçant sur une population déjà réduite à cause de la guerre (pendant laquelle les animaux avaient fui ou ont été massacrés). Les espèces observées récemment (Féron, 1995), correspondent pour l'essentiel à des ongulés (phacochère, céphalophe de Grimm, hippotrague, cobe des roseaux...) auxquels on peut ajouter deux espèces de singes: le grivet, fréquent dans les galeries forestières et le babouin doguéra, surtout visible près des chutes Gauthiot. Le lac de Léré abrite une population de lamantins aujourd'hui en difficulté du fait de la pression démographique et de l'absence de politique sérieuse de protection. Hormis le cas des hippopotames des lacs, aucune information vérifiée n'est disponible sur les grands mammifères. Seuls quelques éléphants probablement venus de Cameroun (parc national de Waza) seraient observables en novembre-décembre.

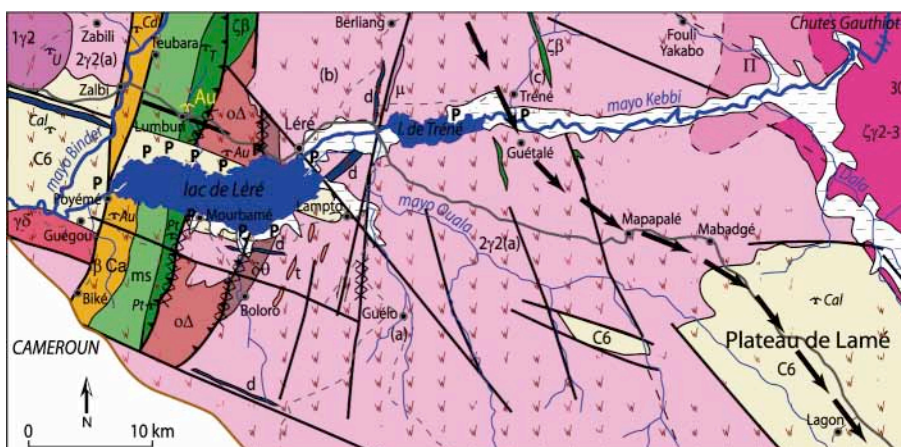
Les lacs de Léré et de Tréné sont une manne du point de vue des ressources et la proximité d'un axe routier majeur desservant le Cameroun et la République centrafricaine favorise les échanges économiques. Les revers des migrations massives Nord-Sud observés depuis plus de trente ans se font progressivement sentir et la région connaît localement des situations de surpeuplement. L'agriculture, pilier de la vie locale, déjà mise à mal par ces concentrations de population, est en outre fragilisée par la tendance climatique à la diminution des précipitations.



Carte 1 : Situation de la zone d'étude au Tchad

## Le substratum géologique

Le substratum géologique est constitué de divers granites et de roches volcanosédimentaires métamorphisés de l'orogénèse panafricaine (600 millions d'années BP), de roches sédimentaires détritiques et de filons de basalte du Crétacé (Kasser, 1998 ; Nontanovanh, 2002) (carte 2).



**GÉOLOGIE**

**GRANITOÏDES PRÉCAMBRIENS**

- granite de Léré (plutons de (a) Guélo, (b) Léré, (c) Tréné)  
t : septa de tonalite (type Lampto)  
Π : pegmatite à amphibole ; μ : aplites
- 1γ2 granite de Zabli
- δθ diorite gabbroïque de Boloro
- γδ granodiorite de Guégou
- ζγ2-3 granite tonalitique orienté des Chutes Gauthiot

**FORMATIONS PROTÉROZOÏQUES DE ZALBI**

- οΔ diorite orientée de Mourbamé - Guémou
- β Ca basaltes carbonatisés (spilites)
- ms métasédiments
- ζβ métabasites (métabasaltes dominants)

**SUBSTANCES UTILES**

- ↑ U indices miniers  
U : uranium ; Au : or ; T : talc ;  
Ca : carbonates (marbres) ;  
Cal : calcaire ; Pt : platine

**FORMATIONS DU CRÉTACÉ**

- d dyke doléritique
- C6 série de Lamé

**FORMATIONS PALEOTCHADIENNES**

- alluvions récentes

**ÉLÉMENTS STRUCTURAUX**

- XXXX couloir mylonitique
- 1 - contour géologique
- 2 - faille indifférenciée
- 3 - décrochement sénestre
- 4 - chevauchement

**OCCUPATION DU SOL**

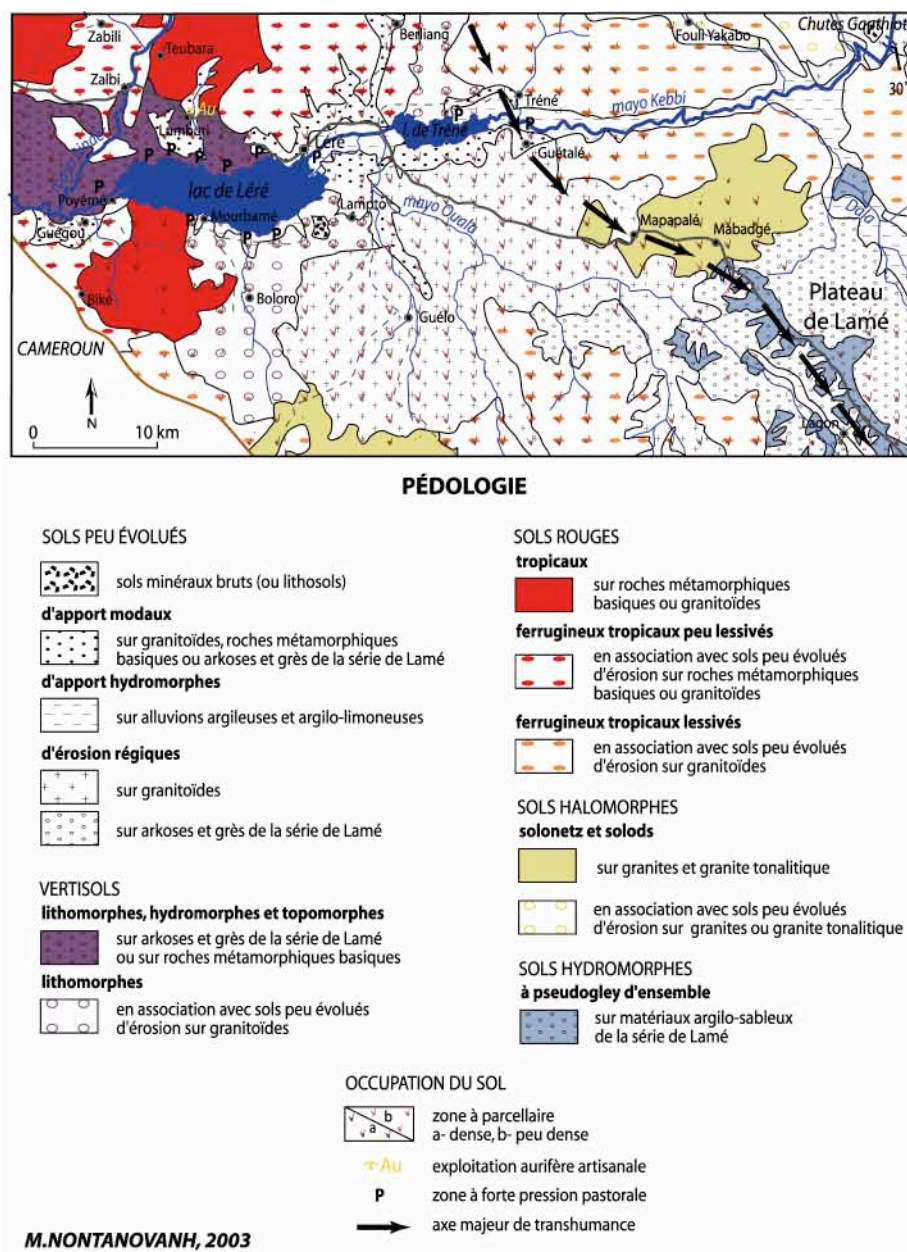
- zone à parcellaire  
a- dense, b- peu dense
- Au exploitation aurifère artisanale
- P zone à forte pression pastorale
- axe majeur de transhumance

M.NONTANOVANH, 2003

**Carte 2 :** Occupation du sol en fonction des fonds géologiques

L'essentiel des formations volcanosédimentaires appartient à la Série de Zalbi considérée d'âge protérozoïque supérieur. Cet ensemble est constitué de volcanites basiques, d'argilites, de schistes noirs et de spilites déformées, orientées NS et métamorphosées dans le faciès amphibolite. Cette série arme les collines d'orientation subméridienne de Zalbi à l'ouest de Léré. Ces formations sont le plus souvent altérées en divers sols rouges tropicaux souvent érodés sur le sommet des collines (carte 3). Dans les bas-fonds, développés soit sur les produits d'érosion des sols rouges tropicaux soit sur les

formations en place, substratum géologique ou alluvions/colluvions, se forment les vertisols particuliers bien représentés dans cette partie du globe (Petit, 1990).



Carte 3 : Occupation du sol en fonction des fonds pédologiques

La Série de Zalbi a été charriée de l'ouest vers l'est, lors de la collision panafricaine, sur le granite tonalitique des chutes Gauthiot antérieurement déformé et cratonisé. Ce granite constitue un relief relativement accidenté marquant un seuil sur le cours du

Mayo Kebbi au niveau des chutes Gauthiot. Les profils d'altération de types sols rouges tropicaux souvent enrichis en niveaux sodiques y sont très tronqués voire totalement érodés. Ce massif granitique très silicifié et induré forme une barrière naturelle à l'échelle de la sous-région en séparant le pays de Léré, marge du bassin de la Bénoué à l'ouest, du bassin du lac Tchad alimenté par le Logone et le Chari à l'est.

Après le charriage se met en place entre la Série de Zalbi et le granite silicifié des chutes Gauthiot une grande quantité de granites non déformés à ce jour (massif granitique de Léré). Ces granites constituent de petites collines douces montrant quelques rares dômes surbaissés de roche à l'affleurement dans un contexte d'arènes altérées en sols rouges tropicaux fortement lessivés.

L'histoire géologique s'achève avec la création de bassins d'effondrement comblés par des sédiments crétacés (Série de Lamé), et des intrusions de filons de basalte, synchrones de l'ouverture de l'Atlantique. Ces bassins, ainsi qu'un réseau de failles guident les grandes rivières, en particulier le Mayo Kebbi et permettent l'installation des lacs de Léré et Tréné. Les sols qui recouvrent ces formations sont essentiellement des vertisols aux dépens du substratum crétacé, de colluvions des granites ou de la série de Zalbi ou d'alluvions d'origine lointaine.

Un point remarquable est le découpage du paysage par les grandes fractures géologiques (carte 3). Ces fractures guident le tracé des rivières et des limites des lacs. Elles conditionnent au moins partiellement l'implantation des activités humaines (voir § Synthèse : les « topolithoséquences ») en déterminant fortement la nature des sols.

## Végétation et occupation du sol

La végétation appartient au centre régional d'endémisme soudanien tel que défini par White (1986). Elle consiste principalement en des forêts claires et des savanes boisées de plateau sur substratum granitique, avec une dominance des combrétacées au nord et des légumineuses au sud (Pias, 1970 ; Petit, 1990). Les deux espèces les plus répandues sont *Anogeissus leiocarpus* et *Boswellia dalzielii*. Trois autres unités phytogéographiques de superficie plus réduite peuvent également être distinguées : les rives des lacs, caractérisées par des pâturages à cypéracées et *Echinochloa*, les plaines inondables, constituées d'un tapis de graminées vivaces (notamment *Panicum*, et *Hypparhenia* spp.) et les galeries ripicoles, où les *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana* et *Ficus* atteignent parfois des tailles impressionnantes.

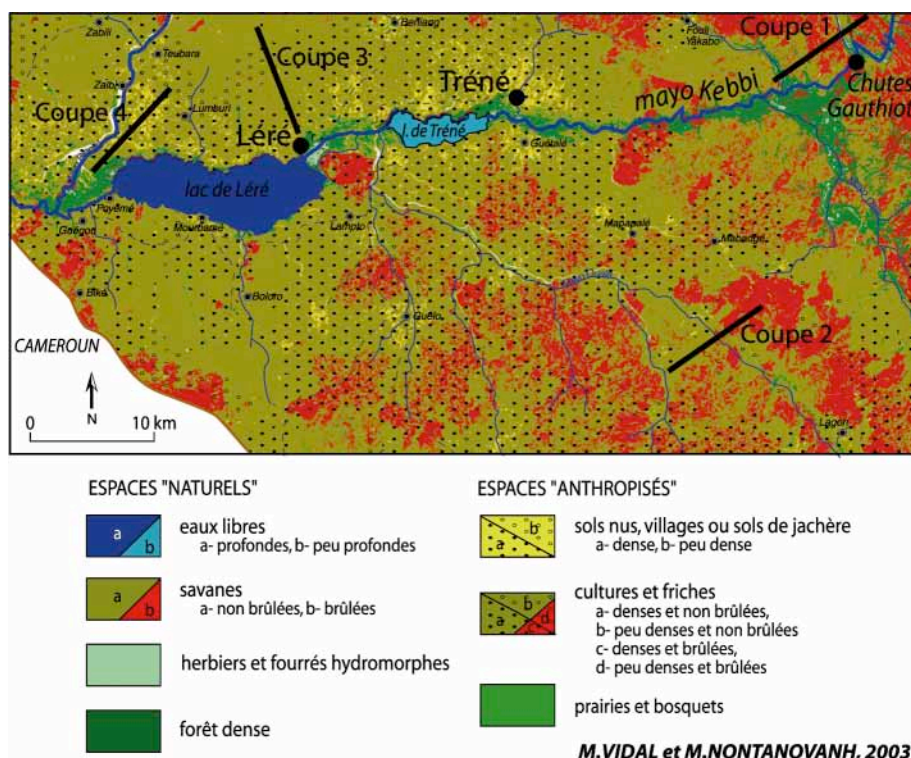
La dégradation du couvert végétal est étroitement liée à la présence humaine et se traduit par la présence d'arbustes rabougris et dispersés. Le karité (*Vitellaria paradoxa*) et le palmier doum (*Hyphaene thebaïca*) sont deux espèces très communes aux abords des villages et des lacs.

L'agriculture (vivrière et maraîchère), l'élevage et la pêche constituent l'essentiel des activités humaines. Mil, maïs et sorgho sont les principales cultures vivrières, coton, oignon et arachide constituant le volet maraîcher et de rente.

La carte d'occupation du sol a été réalisée par télanalyse et enquêtes de terrain. Nous avons utilisé deux scènes Spot 5 des 16/11/1998 et 28/02/1999. Le géoréférencement a

été opéré à partir d'une photocopie ancienne du fond topographique au 1/200 000 de l'IGN, entraînant de ce fait quelques distorsions (erreur estimée à 50 m) et la forte valeur de l'angle d'incidence (23,7°) a rendu inutile toute correction géométrique. Les gains de calibration utilisés par Spot pour cette même scène ont entraîné une saturation du canal XS4-MIR réduisant ainsi les perspectives d'exploitation de ce nouveau canal censé apporter une meilleure discrimination dans les sols (Escadafal et Lacaze, 1997). La meilleure spatialisation est ressortie d'une classification polygonale à partir de l'indice de végétation et du canal vert. Les documents utilisés, ont permis d'établir une cartographie simple des grands thèmes classiques : eau, sols sombres, brûlis, sols clairs et végétation. Cependant la différenciation d'une part de la végétation dite « naturelle » et des cultures, et d'autre part des sols naturels et des sols de cultures, a été réalisée par dessin directement à la main des zones à parcellaire et des zones sans parcellaire. La définition spectrale et spatiale de Spot 5 était insuffisante pour déterminer de manière plus précise les types de culture et la variabilité des savanes.

La superposition de ce document avec la carte géologique, la carte des sols et la carte topographique fait ressortir quatre grands ensembles de paysages (carte 4). À partir de cette distinction, quatre coupes de référence ont été définies et enrichies à partir d'enquêtes de terrain.



**Carte 4 :** Localisation de topolithoséquences en domaine soudanien (région des lacs Léré, Tchad)

## Synthèse : les topolithoséquences

Les coupes de référence (fig. 1) montrent la variation de l'occupation du sol en fonction du substratum, des sols, de la présence d'eau et de la pente. Certains des facteurs précédents sont corrélés : les sols dépendent du substratum et de la pente, la présence d'eau est fonction de la pente, mais la pente dans une zone non pénéplanée comme la région traitée dépend de la compétence et de la nature du substratum géologique donc de sa lithologie. La pente et le substratum géologique apparaissent comme les facteurs primordiaux de la distribution des paysages. C'est pourquoi nous utilisons le terme de topolithoséquence pour qualifier ces coupes dont les données de surface, en particulier la végétation et les aspects biologiques et humains, sont corrélées à la topographie et à la nature du substratum.

### *Coupe de type 1*

La structure déformée et la silicification du granite de la région des chutes Gauthiot entraînent une forte résistance à l'érosion, cette roche générant de grands chaos de blocs aigus et des vallées relativement profondes pour la région. Ces caractères rendent très difficiles tant les cultures que la circulation des hommes et des troupeaux et favorisent la présence de l'onchocercose à proximité des rapides. Ces derniers sont les plus importantes frayères des poissons des lacs. La pression anthropique trop forte sur le lac de Tréné a pour conséquence une surexploitation de cette zone par les pêcheurs. Mais elle n'est cependant accessible qu'en pirogue. Cette région, par ailleurs sans intérêt du point de vue minier, protège naturellement la faune sauvage.

### *Coupe de type 2*

La série sédimentaire horizontale de Lamé, souvent mal drainée, est potentiellement riche pour les cultures. Par ailleurs, suivant qu'elle se présente en bassins d'effondrements actuels (lac de Léré et plaine du Mayo Kebbi) ou qu'elle est maintenue en relative altitude sous forme de plateau par inversion de relief (plateau de Lamé) son exploitation est différente.

– Lorsqu'elle constitue un plateau, elle favorise la circulation des troupeaux et des véhicules. Malgré la qualité moyenne des terres, des cultures occasionnelles ou marginales s'installent le long du grand axe routier Bangui/Garoua.

– Lorsqu'elle apparaît en bassin d'effondrement inondable avec création de vertisols hydromorphes, elle devient le lieu de prédilection de nombreuses cultures (céréales, coton, maraîchage), du pâturage et la pêche.

Dans certaines conditions, les formations sédimentaires de Lamé peuvent donner lieu à l'exploitation de petites carrières de calcaire pour la construction et l'ornementation. Cependant les calcaires de qualité n'existent pas dans la région étudiée mais plus à l'est vers la ville de Pala.



### *Coupe de type 3*

Ce type de paysage caractéristique du pays de Léré présente un panachage de caractères liés aux roches de la série volcanosédimentaire de Zalbi et aux massifs granitiques de type Léré. Malgré une composition chimique médiocre, les granites de type Léré ou Guélo sont cultivés en raison de la facilité de travail du sol et de la qualité du drainage. Les villages occupent les sommets des dômes granitiques surbaissés (facilement repérables par photo aérienne par la distribution de leurs diaclases) et les cultures, la périphérie et les bas-fonds. Les formations volcanosédimentaires beaucoup plus riches chimiquement sont curieusement peu utilisées dès que l'on s'éloigne des abords de la plaine inondable. D'ailleurs dans les zones faiblement exploitées des collines de Zalbi, des ongulés peuvent être aperçus (cobes, hippotragues). La faible pression de l'activité agricole sur les collines de Zalbi est peut-être à mettre en relation avec la difficulté de trouver de l'eau, la nappe étant trop profonde et le fleuve trop loin.

### *Coupe de type 4*

Les sols rouges tropicaux, formés aux dépens de la série de Zalbi, enrichis en calcium et magnésium et bien drainés, permettent un bon éventail des cultures. Dans les zones proches de la plaine du Mayo Kebbi et du lac de Léré, ces collines de Zalbi et leurs glacis supportent la plus grosse concentration de cultures cotonnière, céréalière ou maraîchères. Plus qu'à la nature des sols, cet état de fait est à relier à la présence de la ressource halieutique, dont l'exploitation est devenue une activité d'appoint couramment pratiquée. Les vertisols hydromorphes constituent également un attrait majeur, tant pour les éleveurs que pour les agriculteurs. Ils permettent en effet l'obtention de plantes fourragères en abondance et la culture de sorgho de décrue, laquelle constitue, à l'instar de l'activité piscicole, une réponse aux aléas climatiques des dernières décennies. En final il apparaît que présence du lac et sols hydromorphes sont entièrement contrôlés par le substratum géologique et en particulier la grande fracturation.

Par ailleurs ce type 4 concentre aussi la majeure partie des potentialités minières de la région (or, nickel, platine...). Remarquons que l'or primaire, présent dans les roches volcaniques à l'état disséminé, est remobilisé par les granites particulièrement aux abords des failles, puis repris par érosion et redistribué sédimentairement dans les placers. L'orpaillage par lavage et tamisage à la batée dans les colluvions et alluvions est y donc extrêmement fréquent.

Les développements potentiels agricoles ou miniers de cette région apparaissent peu compatibles avec l'installation d'une zone de réserve, d'autant que cette bande riche est traversée de part en part par l'axe routier Bangui/Garoua qui entraîne la mise en culture de terres marginales.

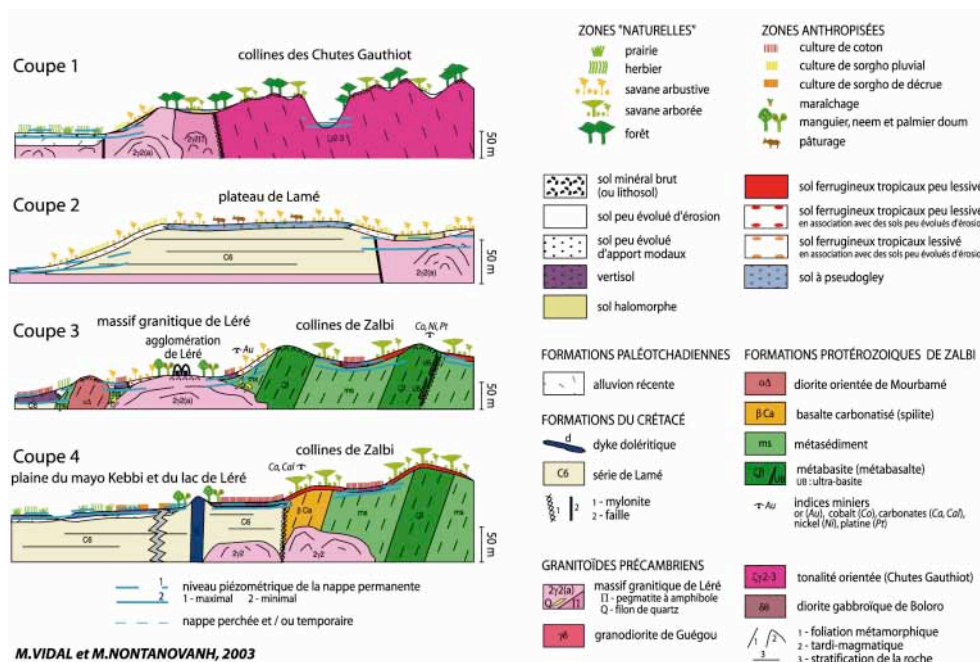


Figure 1 : Topolithoséquences en domaine soudanien (région des lacs Léré, Tchad)

### Conclusion

La méthode consistant à croiser les informations du substratum et de la surface et à les représenter sous forme de topolithoséquences permet une bonne visualisation des données et l’appréhension des processus qui président aux interactions entre ces données. Dans le Mayo Kebbi, région à moyens de développement limités, et si l’on excepte l’effet de la grande route, il apparaît que les facteurs naturels (relief, eau, sols, sous-sols...) limitent le développement humain et restent donc fondamentaux dans la genèse des paysages. La nature et surtout la structure du substratum profond, dans cette région à faible couvert pédologique et végétal, sont des éléments primordiaux d’interprétation du paysage.

À l’exception des sols rouges fertiles de la série de Zalbi, les zones cultivables (facilement ou difficilement) du secteur d’étude ont quasiment toutes été mises en culture. L’étude du substratum géologique et des sols a montré que les zones non cultivées (chutes Gauthiot ou hauteurs des collines de Zalbi) présentaient des contraintes physiques trop importantes pour être exploitées dans les conditions de développement actuelles de la région de Léré. C’est ainsi que dans les conditions actuelles, seul le massif des chutes Gauthiot présente des caractéristiques naturelles permettant l’établissement d’une réserve de faune durable à condition de le protéger des feux abusifs et du braconnage terrestre et halieutique (zones de frayère).

La répartition des zones cultivées ou non cultivées est liée à la nature du substratum, à la présence de l’eau (en particulier les lacs) et au passage du grand axe routier. Mais la présence de l’eau et le dessin de l’axe routier dépendent directement de la grande

fracturation, du tracé des bassins sédimentaires et de la compétence des roches. Il apparaît donc clairement une correspondance étroite entre l'occupation du sol et la nature et la structure du substratum, ce dernier étant, dans l'état actuel du développement du Mayo Kebbi, le facteur principal du développement humain.

## Bibliographie

- BEAUVILAIN A., 1995 – *Les variations et les aléas de la pluviométrie dans le bassin du Tchad. Revue scientifique du Tchad*, 4 (1) : 3-20
- BECKER J., 1997 – *La réserve de faune de Binder-Léré (Mayo-Kebbi, Tchad). Étude socio-économique de la population riveraine. Contribution à une conception de la réhabilitation de la réserve de faune sur la base d'une gestion participative. Rapport de Master « Développement rural et projets », IAM, Montpellier, 110 p.*
- BEGUY RAMADJI A., 2002 – Les richesses minières du Mayo Dala. *Tchad et Culture*, 204 : 11-18
- BIBENS E., 2001 – *Analyse des formes d'occupation de l'espace autour des lacs de Fitri et de Léré et Tréné (Tchad) à partir d'images satellitales. Mémoire de DESS de l'université Paris-XII, dép. des Sciences et Technologie, 78 p. + annexes*
- CABOT J., 1965 – *Le bassin du Moyen Logone*. Orstom, Paris, 348 p.
- CHEVERRY C., FROMAGET M., 1970 – *Carte de reconnaissance à 1/200.000e de la république du Tchad – Feuille de Léré n°40*. Orstom, Paris, 88 p. et 1 carte
- DEJACE P., 1996 – *Prospection aérienne de la réserve de faune de Binder-Lér*. Direction des parcs nationaux et réserves de faune, N'Djaména, 8 p.
- DJONDANG E., 2000 – *Au pays des Moundang. Recueil des traditions orales, essai de chronologie et aperçu sur l'environnement sociologique et économique*. Cnar, N'Djaména, 82 p.
- ENGREF, 1999 – *Étude sur la réserve de faune de Binder-Léré. Rapport de voyage d'étude février-mars 98*. Engref, 172 p.
- ESCADAFAL R., LACAZE B., 1997 – *Synthèse thématique. Zones arides et semi-arides en télédétection*. Cnes/DP/OT, synthèse préparatoire à l'utilisation des données Spot 4/Mir, université de St Etienne, 12 p.
- FERON E., 1995 – *La réserve de faune de Binder-Léré (Mayo-Kebbi, Tchad). Possibilités et entraves de la conservation, gestion et mise en valeur compte tenu des groupes concernés*. Rapport provisoire, Cirad/EMVT, Harare, 82 p.
- KASSER M.-Y., 1998 – Le précambrien tchadien : l'exemple du Mayo Kebbi. *Revue scientifique du Tchad*, 5 (1) : 51-67
- NONTANOVANH M., 2002 – *Influence du substratum géologique et des sols sur l'occupation du sol dans la région de Léré (sud-ouest du Tchad). Implications sur la répartition des ressources agricoles et minières*. Mémoire de DEA Aden, université d'Orléans

PETIT M., 1990 – *Géographie physique tropicale. Approche aux études de milieu*. Karthala et ACTT., Paris, 344 p.

PIAS J., 1970 – *La végétation du Tchad : ses rapports avec les sols, variations paléobotaniques au Quaternaire*. Orstom, Paris, 48 p.

WHITE F., 1986 – *La végétation de l'Afrique*, Orstom-Unesco, Paris, 384 p. + carte

Ouvrage issu du séminaire de Parakou (Bénin), 14-19 avril 2003,  
organisé avec le soutien du gouvernement du Bénin, de l'Unesco, de la FAO, de l'IRD,  
de la région Centre (France) et de la Banque mondiale

# Quelles aires protégées pour l'Afrique de l'Ouest ?

Conservation de la biodiversité  
et développement

---

Éditeurs scientifiques  
Anne Fournier, Brice Sinsin et Guy Apollinaire Mensah

**IRD Éditions**  
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

collection Colloques et séminaires

Paris, 2007

**Secrétariat et mise en forme du texte**

Nathalie Claudé  
Neza Penet  
Anne Mouvet  
Catherine Noll-Colletaz  
Carole Marie

**Traduction**

Deborah Taylor

**Reprise des illustrations**

Christine Chauviat

**Fabrication**

Catherine Plasse

**Maquette de couverture**

Michelle Saint-Léger

*Photo de couverture*

© Julien Marchais, programme Enfants et éléphants d'Afrique – Des éléphants et des hommes « Groupe d'enfants de Boromo en classe Nature, réserve naturelle des Deux Balés, Burkina Faso »

*Photo page 2 de couverture*

© IRD / Jean-Jacques Lemasson – Sénégal. Vol de Sarcelles d'été (Famille: Anatidés, *Annas querquedula*). Première zone humide d'importance au sud du sahara, le parc national des Oiseaux du Djoudj (12 000 ha) est essentiel pour l'hivernage des migrateurs d'Europe du Nord et d'Afrique de l'Ouest (environ 3 millions d'oiseaux transitent, plus de 400 espèces dénombrées). Classé au patrimoine mondial de l'Unesco (1971) le parc national des Oiseaux du Djoudj compte parmi les premiers parcs ornithologiques du monde.

La loi du 1er juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2007

ISSN : 0767-2896

ISBN : 978-2-7099-1634-9