

# PALEOSOLS DE LA CUVETTE TCHADIENNE

J. PIAS

*O.R.S.T.O.M.—S.S.C., Route d'Aulnay, Bondy (93), France*

La cuvette tchadienne, comme l'Afrique d'une façon générale, a été soumise au cours des temps géologiques anciens et plus récents (Tertiaire-Quaternaire) à des alternances climatiques (Pias 1958, 1967b) que l'on peut schématiser par leurs deux termes extrêmes, pluvial et aride, qui vont conduire à la formation de sols très différents. La pédogénèse de pluvial sur des sédiments exondés sera à caractères plus ou moins accusés suivant l'importance et la durée du pluvial et donnera naissance à des sols ferrallitiques, des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou non. Elle sera le plus intense à la fin du pluvial et au début de l'aride. Les caractères acquis ensuite ne se marqueront que peu, masqués par les précédents plus forts. Les pédogénèses successives après plusieurs pluviaux seront cumulatives et s'accuseront.

La pédogénèse d'aride à caractères moins accusés se traduira dans le cas de sédiments franchement exondés en milieu bien drainé par des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés, par des sols bruns subarides. Dans le cas inverse de sédiments mal drainants avec nappes de faible profondeur, elle sera à caractères très accusés et aboutira à la formation de vertisols, de sols halomorphes et, d'une façon générale, à des phénomènes de carbonatation et de salure.

## LES SÉRIES SÉDIMENTAIRES ANCIENNES ET LEURS PÉDOGÉNÈSES

Les séries sédimentaires les plus anciennes ont subi plusieurs pédogénèses successives après leur mise en place. Les plus âgées que nous connaissions au Tchad par les empreintes qu'elles ont laissées, remontent au Tertiaire et sont postérieures au dépôt des sédiments du Continental Terminal, post-Éocène. Il s'agit de dépôts fluvio-lacustres (alternance de grès, sables, argilite) qui évoquent plusieurs cycles de sédimentation.

La phase ferrallitisante semble avoir débuté dès cette époque et s'être poursuivie dans le Sud du pays jusqu'à une période très récente. Elle s'est effectuée dans une première période en même temps que se produisaient des mouvements de surélévation sur le pourtour et de subsidence dans la cuvette. Ceux-ci devaient amener des phases érosives puissantes, l'ablation des sols formés, le rajeunissement des surfaces. On compte ainsi : une surface bauxitique, deux surfaces ferrallitiques et une surface de cuirasse ferrugineuse.

La première de ces surfaces, la plus ancienne, la surface bauxitique de Koro s'est formée sur les dépôts les plus récents du Continental Terminal (argilite de la série paléotchadienne supérieure). L'épaisseur de

l'altération, une dizaine de mètres, laisse supposer une longue pédogénèse si l'on retient les chiffres avancés par N. Leneuf et G. Aubert (1960). Ceci tendrait à prouver que les déformations du socle qui ont suivi entraînant la destruction de cette surface, ne se seraient produites que très tardivement, peut-être à la fin du Tertiaire ou au début du Quaternaire.

Une nouvelle surface se crée ensuite qui va subir les actions de la phase ferrallitisante en même temps que l'on va tendre, après le remplissage de la cuvette par les sédiments, à la formation d'un nouveau lac qui ceinture le massif central tchadien et borde les massifs du pourtour (Ouaddaï, Ennedi, . . .). Ce lac, qui constitue le niveau de base, entretient une nappe de faible profondeur (5-10 m) qui limite la pédogénèse et est à l'origine d'un horizon à concrétions ferrugineuses ou cuirassé en profondeur dans les profils. Dans le Sud du pays ainsi que sur le pourtour de l'immense cuvette, des cuirasses ferrugineuses occupent aussi les larges vallées se raccordant aux massifs.

A la suite de nouveaux mouvements tectoniques ou épirogéniques accompagnés d'un abaissement du niveau de base, il va y avoir ablation de cette première surface ferrallitique, érosion progressive des sols préexistants jusqu'au point de résistance que va constituer le niveau cuirassé des sols précédents. Dans l'arrière pays, plus violemment atteint, l'érosion sera plus grande. Seules les cuirasses ferrugineuses des talwegs seront préservées et vont constituer des buttes témoins surplombant la surface actuelle de plusieurs dizaines de mètres.

La surface cuirassée, malgré les déformations importantes qu'elle a pu subir, se retrouve à des altitudes relativement constantes (420-500 m) et évoque bien un ancien niveau de nappe, entretenu par la présence d'un lac. La cuirasse est à kaolinite et hydroxydes de fer dominants mais contient cependant de faibles quantités de gibbsite, jusqu'à 10 %. Les buttes de sols rouges observées autour du massif central tchadien sont les témoins de cette première surface ferrallitique dont on retrouve les vestiges jusqu'au 12ème parallèle. La surface cuirassée présente des témoins encore très abondants jusqu'au 16ème parallèle et peut-être au-delà.

La nouvelle surface qui s'est créée ensuite dans la région la plus méridionale du Tchad, au Sud du 9ème parallèle, continue à subir la phase ferrallitisante qui s'est poursuivie pratiquement jusqu'à nos jours. Cette phase ferrallitisante est actuellement stoppée dans la cuvette tchadienne, même dans la partie Sud la plus arrosée (Pluviométrie 1000-1200 mm). En effet les types de matières humiques produites sous un tel climat en liaison avec la végétation ne correspondent pas à ceux observés (acides humiques bruns et fulviques très largement dominants dès la surface) sous des pluviométries plus élevées où la ferrallitisation est actuelle.

Le démantèlement en cours de cette 2ème surface ferrallitique donne des sols de couleur claire très lessivés en fer où se notent, en profondeur, des concrétionnements (sols ferrugineux tropicaux lessivés).

TABLEAU 1  
CHRONOLOGIE DU DÉPÔT DES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES RÉCENTES

Étage		Niveau du lac en m.	Sédimentation	Remaniement éolien. Limite inférieure	Age approximatif B.P. d'après divers auteurs (1)
Actuel		282	Dépôt argileux (polder)	Erg actuel 16ème parallèle	
Nakurian		287-290	Série alluviale actuelle à subactuelle Série argileuse subactuelle à récente 3ème delta		1800
					3200
Récurrence sèche				3ème Erg (12-13ème parallèle)	
Makalian		320	Série argileuse récente Série sableuse récente (2ème delta)		5400 12000
Récurrence sèche				2ème Erg (12ème parallèle)	
Gamblian	Principal Récurrence sèche Inférieur	400	Série fluvio-lacustre ancienne  Série ancienne remaniée (1er delta)	(10ème parallèle) 1er Erg	20 000
					30 000
					40 000
					50 000

(1) Bakker—Clark 1962, Butzer 1961, Faure 1966, Schneider 1967, Servant 1967.

### CHRONOLOGIE DU DÉPÔT DES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES RÉCENTES

L'ablation de la surface bauxitique de Koro, celle de la 1ère surface ferrallitique a eu pour résultat un apport important de produits d'érosion dans la cuvette (Tableau 1).

Les sédiments déposés dans un lac ayant pour cote 380-400 m (Pias 1967a) constituent les formations anciennes remaniées (1er delta du Chari au Sud du 12ème parallèle—ensemble sableux au Nord de ce parallèle).

Un assèchement très important de ce lac amène ensuite la mise à jour de ces sédiments et leur remaniement éolien avec formation d'ergs descendant jusqu'au 10ème parallèle. Il semble y avoir eu deux assèchements successifs donnant les ergs 1 et 2 séparés par un pluvial qui amène une érosion intense des surfaces émergées et le dépôt de sédiments argilo-sableux dans des lacs ou des marécages (Gamblian).

Un nouveau pluvial succède à la phase aride et d'importants cours d'eau vont mettre en place la série sableuse récente qui forme des alignements diversement orientés au milieu des sédiments argilo-sableux précédents. Un 2ème delta du Chari se constitue tandis qu'un cordon sableux (Pias et Guichard 1957) marque le rivage d'un nouveau lac à la cote 320 m (Makalian). C'est au début de ce pluvial que se crée le sillon des lacs Fianga, Toubouris, les vallées de la Loka, de la Kabia, du Mayo Kebi qui servent d'exutoire au nouveau lac en permettant le déversement de ses eaux vers la Bénoué.

La période aride qui succède amène un retrait de ce lac et un remaniement éolien des formations sableuses au Nord du 13ème parallèle (3ème erg : dunes bordant le lac Fitri au Sud-Ouest ou se superposant à l'ancien système dunaire sur les bordures Est et Nord du Lac Tchad, accolements sableux aux massifs de l'Est). Au début de cette régression a dû se créer la dépression du Bahr el Ghazal.

Un dernier pluvial conduit à une remontée du lac à la cote 287-290 m (Nakurian). Un cordon sableux modeste le ceinture du Nord de Ngouma (Cameroun) à Tourba (Tchad) à la cote 287 m. Un 3ème delta du Chari se crée tandis que se dépose la série alluviale subactuelle à actuelle qui constitue les bourrelets de cours d'eau, de défluent. Le lac envahit de nouveau, par la dépression du Bahr el Ghazal, les bas pays du Tchad.

De cette dernière avancée lacustre à nos jours, le lac a subi des fluctuations de plus faible importance (Bouchardeau et Lefèvre 1957) atteignant la cote 284 m vers les années 1870. A l'inverse, il se serait trouvé, en 1925, 2 à 3 m au-dessous de son niveau actuel (282-283 m). L'erg vif actuel se situe au Nord du 16ème parallèle.

### PÉDOGÉNÈSES DES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES RÉCENTES

Des pédogénèses successives ont marqué ces diverses séries sédimentaires après leur exondation (Tableau 2).

TABLEAU 2

## PÉDOGÉNÈSES DES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES RÉCENTES

Étage	Formations anciennes remaniées		Série sableuse récente		Série alluviale subactuelle à actuelle		Série fluvio-lacustre ancienne		Série argileuse récente à subactuelle	
	S 1er delta	N Bordure Lac Tchad	S Bassin du Moyen-Logone	N 2ème delta	S	N 3ème delta	Bassin du Moyen-Logone	Bordure massif Ouaddai massif central tchadien	3ème delta	Borkou
Actuel	-----	++++	-----	++++	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Nakurian	-----	++++	-----	++++	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Récurrente sèche	++++	~~~~~	++++	~~~~~	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Makalian	-----	~~~~~	-----	~~~~~	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Récurrente sèche	~~~~~	~~~~~	-----	~~~~~	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Principal	~~~~~	~~~~~	-----	~~~~~	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Récurrente sèche	~~~~~	~~~~~	-----	~~~~~	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Gamblian	~~~~~	~~~~~	-----	~~~~~	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Inférieur	~~~~~	~~~~~	-----	~~~~~	-----	-----	-----	-----	-----	-----

X Période de dépôt du sédiment  
 ..... Sédiments immergés  
 +++ Pédogénèse peu accusée

----- Pédogénèse accusée  
 -X- Phase érosive - surface rajeunie et pédogénèse très peu accusée  
 ~~~~~ Formation d'erg

(a) *Formations anciennes remaniées*(1) *Au Sud du 13ème parallèle*

- Au voisinage des surfaces ferrallitiques, les formations anciennes ont subi des ferruginisations successives au Quaternaire lors de pluviaux avec un effet cumulatif. Les sols qui se sont formés ici sont les plus évolués que nous observons (sols ferrugineux tropicaux lessivés souvent à hydromorphie de profondeur par suite de fluctuations de nappe ancienne).<sup>1</sup>
- Les sédiments du 1er delta du Chari, après leur exondation tardive, ont subi :
  - un remaniement éolien et une pédogénèse d'aride (Récurrence sèche, Gamblian-Makalian)
  - deux pédogénèses de pluvial (Makalian-Nakurian) séparées par une d'aride.

Ce sont les pédogénèses de pluvial qui ont le plus marqué. Elles ont eu pour effet une ferruginisation diffuse se traduisant par une coloration ocre, rougeâtre, un léger lessivage vertical de l'argile avec "ventre" d'accumulation (sols ferrugineux tropicaux peu lessivés).

(2) *Au Nord du 13ème parallèle*

Le remaniement éolien a été plus important, puis s'est produite la succession des mêmes pédogénèses. Leur action, en liaison avec un climat moins agressif, y est moins marquée. Il y a eu ferruginisation dans la phase la plus ancienne, steppisation dans la plus récente et cette dernière, venue se surimplanter sur des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés, explique la genèse de sols brun-rouge subarides.

(b) *Série sableuse récente*

Elle a été déposée plus tardivement au Makalian. Les sédiments des régions Sud ont été émergés rapidement mais ont subi des actions de nappe très importantes qui se sont poursuivies jusqu'à nos jours. Les sols qui se sont développés présentent des profils de sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions ferrugineuses et hydromorphie de profondeur dans les parties les plus hautes, des profils de sols halomorphes à alcalis lessivés ou non ou de sols hydromorphes en se rapprochant des dépressions.

Les sédiments du 2ème delta émergés très tardivement, à la fin du Makalian, ont donné naissance à des sols peu ou pas rubéfiés où la pédogénèse dominante est la steppisation (sols bruns subarides) sauf dans le cas de sols à caractères hérités dominants (sols brun-rouge subarides). Dans l'Est du Tchad, la pédogénèse a été identique à celle de la région du 2ème delta.

<sup>1</sup> Nous avons également relevé sur le pourtour du massif du Ouaddaï jusqu'à des pluviométries actuelles de 350 mm des sols de ce type. Ceux-ci seraient peut-être alors contemporains de l'une des deux surfaces ferrallitiques.

(c) *Série alluviale subactuelle à actuelle*

Elle a été déposée au Nakurian et après ce pluvial et constitue principalement des bourrelets latéraux de cours d'eau. Si les sédiments bien drainants ont donné naissance à des sols hydromorphes ou peu évolués, à l'inverse, l'halomorphie prédomine pour ceux de texture fine, cas le plus général. La présence de mares, de nappe temporaire liée aux conditions climatiques sont responsables de cette halomorphie par suite de phénomènes de remontée qu'ils impliquent. Cette halomorphie croît donc rapidement avec la latitude. Elle conduit à des sols à alcalis non lessivés ou lessivés (solonetz, solonetz solodisés) lorsque des conditions de lessivage oblique s'implantent sur ces sols de faible pente, peu perméables.

(d) *Série fluvio-lacustre argilo-sableuse, série argileuse lacustre récente*

Diverses pédogénèses marquent ces sédiments de texture fine déposés pendant les périodes lacustres ou marécageuses après leur exondation.

L'hydromorphie est la première qui se soit produite après l'immersion progressive des sédiments liée au retrait des lacs ou à leur assèchement. Elle se traduit par l'apparition de pseudo-gley ou de gley. Des phénomènes de carbonatation accompagnent cette hydromorphie. Ils apparaissent d'autant plus intensément que la série est plus âgée. La nodulation calcaire est très importante dans la série fluvio-lacustre ancienne, faible à nulle dans la série lacustre récente du Sud. Au Nord de Fort-Lamy cependant où les conditions d'aridité sont plus fortes, les sols de cette dernière série présentent de nombreux nodules. La série lacustre actuelle, émergée dans les polders, montre des phénomènes de carbonatation très rapides, en moins de 20 ans (accumulation diffuse ou en amas calcaires non encore bien consolidés). Le processus de carbonatation apparaît donc lié à l'hydromorphie et en même temps à l'aridité du climat.

La vertisolisation fait suite à l'hydromorphie sous ces climats dès que l'alternance saison sèche-saison des pluies se marque mieux et que les conditions climatiques permettent pendant la première une dessiccation importante du sol sur une forte épaisseur. Il y a conservation du type d'argile hérité du sédiment (montmorillonite dominante, illite, kaolinite plus faible). Les phénomènes de carbonatation continuent à se développer pendant la phase vertique.

Les séries fluvio-lacustre ancienne et lacustre récente ont donc subi ces diverses pédogénèses pendant les interpluviaux, au cours de phases d'assèchement pendant lesquelles devaient subsister des nappes de faible profondeur :

- interpluviaux : Gamblian-Makalian, Makalian-Nakurian et période actuelle (série fluvio-lacustre ancienne)
- interpluviaux : Makalian-Nakurian et période actuelle (série lacustre récente).

Tous ces vertisols contiennent des quantités plus ou moins importantes de sels solubles ( $Na_2CO_3$  et  $Na_2SO_4$ ) ceci sans jamais, ou très rarement,

atteindre les valeurs nécessaires pour passer dans la classe des sols halomorphes. De même, les quantités d'ions *Na* fixés sur le complexe saturé peuvent être élevées. C'est généralement dans des vertisols de bordure de buttes ou de bourrelets exondés que les caractères sont les plus accusés. L'observation de ce phénomène est de plus en plus fréquente du Sud vers le Nord et, au-delà de certaines données climatiques ( $P \leq 300-400$  mm), les phénomènes d'halomorphie l'emporteront en même temps que disparaîtra le caractère vertique par suite de changement de structure intervenu dans les sols.

Si la tendance évolutive vers l'halomorphie dans ces sédiments anciens est encore actuelle dans certaines conditions (bordure de buttes exondées dans des plaines d'inondation), en d'autres elle apparaît plus âgée et évoque la formation de ces sols halomorphes le long de lignes de rivage de lacs anciens au contact des massifs (Massifs du Ouaddaï et central tchadien). L'évolution actuelle qui se manifeste sur ces vastes surfaces de piedmont est un lessivage oblique de l'argile dans la partie supérieure du profil (solonetz-solonetz solodisés) qui se traduit par une érosion lente de ces vieilles surfaces.

#### CONCLUSIONS

Les différents sols du Tchad ont donc eu des évolutions complexes. Pour les plus anciens, il y a eu prédominance de climat à forte pluviométrie (surface bauxitique de Koro, 1ère et 2ème surfaces ferrallitiques) encore que la consolidation de la surface cuirassée générale après sa mise à jour évoque déjà un climat plus aride.

Au Quaternaire récent, les alternances climatiques plus marquées vont avoir pour conséquences :

- des pédogénèses cumulatives soit en cours de pluvial (sols ferrallitiques dans la partie la plus méridionale, sols ferrugineux tropicaux), soit en cours d'aride (vertisols, sols halomorphes, sols bruns subarides) ;
- des pédogénèses accusées lors d'un 1er pluvial (ferruginisation), peu accusées lors de l'aride suivant (steppisation)-(sols brun-rouge subarides).

C'est donc l'héritage de diverses pédogénèses que nous percevons de nos jours car les sédiments les plus récents, subactuels à actuels, évoluent en fonction de la latitude et de la topographie vers des sols peu évolués, des sols hydromorphes, des sols halomorphes.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Bakker, E. M. Van Zinderen and Clark, J. D. (1962)—Pleistocene climates and cultures in North-Eastern Angola. *Nature, Lond.* **196**, 639-642.
- Bouchardeau, A., et Lefèvre, R. (1957)—Monographie du Lac Tchad, ORSTOM, CSLT, Fort-Lamy, 112 p. multigr.
- Butzer, K. W. (1961)—Les changements climatiques dans les régions arides depuis le Pliocène. UNESCO, Recherches sur la zone aride, **XVII**, 35-64.

- Faure, H. (1966)—Reconnaissance géologique des formations sédimentaires post-paléozoïques du Niger oriental. Mém. BRGM No 47, 630 p.
- Leneuf, N., et Aubert, G. (1960)—Essai d'évaluation de la vitesse de ferrallitisation. *Trans. 7th Congr. Int. Soil Sci. Soc.*, Madison IV, 225-228.
- Pias, J., et Guichard, E. (1957)—Origine et conséquences de l'existence d'un cordon sableux dans la partie Sud-Ouest de la cuvette tchadienne. *C.r.hebd.Séanc.Acad.Sci., Paris* 244, 791-793.
- Pias, J. (1958)—Transgressions et régressions du Lac Tchad à la fin de lère Tertiaire et au Quaternaire. *C.r.hebd.Séanc.Acad.Sci., Paris*, 246, 800-803.
- Pias, J. (1967a)—Quatre deltas successifs du Chari au Quaternaire (Républiques du Tchad et du Cameroun). *C.r.hebd.Séanc.Acad.Sci., Paris* 264, sér. D., 2357-2360.
- Pias, J. (1967b)—Chronologie du dépôt des sédiments tertiaires et quaternaires dans la cuvette tchadienne (République du Tchad), *C.r.hebd.Séanc.Acad.Sci., Paris* 264, sér. D., 2432-2435.
- Pias, J. Ouvrage en cours de parution (fin 1967)—Contribution à l'étude des formations sédimentaires tertiaires et quaternaires de la cuvette tchadienne et des sols qui en sont dérivés.—Carte pédologique du Tchad au 1/1000000 ème—Esquisse géologique des formations tertiaires et quaternaires du Tchad (au Sud du 16ème parallèle) au 1/1000000 ème.
- Schneider, J. L. (1967)—Évolution du dernier lacustre et peuplements préhistoriques aux pays bas du Tchad. *ASEQOA*, 14-15, 18-23.
- Servant, M. (1967)—Nouvelles données stratigraphiques sur le Quaternaire supérieur et récent au nord-est du lac Tchad. *Trans. 6 ème Congr. Panafr. Préh. Ét. Quat.* multigr. 20 pp.

### RÉSUMÉ

On observe dans le sud de la cuvette tchadienne plusieurs surfaces anciennes formées sur des dépôts d'âge Continental Terminal :

- surface bauxitique de Koro ;
- 1ère surface ferrallitique dont les vestiges se retrouvent jusqu'au nord du 12ème parallèle ;
- surface cuirassée générale (cote 420-500 m) qui tire son origine du démantèlement de la surface précédente et qui a été déformée ultérieurement à la suite de nouveaux mouvements épirogéniques ;
- 2ème surface ferrallitique qui se confond avec la surface actuelle dans la partie la plus méridionale.

Les premières de ces surfaces ont été érodées et ne subsistent plus qu'à l'état de buttes témoins isolées, tandis que les produits d'érosion allaient combler une nouvelle fois la cuvette tchadienne en subsidence et constituer les formations sableuses anciennes remaniées (quaternaire moyen). Celles-ci, après leur exondation, devaient subir un remaniement éolien en période aride (formation d'ergs) ; puis lors de nouveaux pluviaux, elles évoluaient vers des sols ferrugineux tropicaux, peu ou pas lessivés au Nord, lessivés dans le Sud. Des dépôts sableux plus récents subirent ensuite une pédogénèse qui devait les conduire à des sols ferrugineux tropicaux lessivés dans le Sud, des sols bruns subarides dans le Nord. De la même façon, des dépôts lacustres déposés au cours des différents pluviaux devaient évoluer après leur exondation en période aride ou semi-aride vers des vertisols, des sols halomorphes (solonetz, solonetz solodisés), des sols hydromorphes ceci en fonction de la latitude et de la topographie.

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Süden des T Chadbeckens sind mehrere Oberschichten beobachtet worden, die auf Ablagerungen des kontinentalen Zeitalters entstanden sind:

- die Bauxit-Oberfläche von Koro;
- erste ferallitische Oberfläche, die sich im Norden in kleinen Mengen bis zur 12. Parallele erstreckt;
- die allgemeine Krustenoberfläche (420-500 m), welche aus der Zersetzung der früheren Oberfläche entstanden ist und die später, infolge neuer epirogenischen Wandlungen, geändert wurde;
- zweite ferallitische Oberfläche, die sich mit der gegenwärtigen Oberfläche im südlichen Teil vermischt.

Die ersten dieser Oberflächen sind erodiert worden und bestehen nur noch als vereinzelte Auslieger, wogegen die Erosionsprodukte die Senken des T Chadbeckens wiederum füllten und die verwandelten alten sandigen Formationen (Mittel-Quartär) bildeten. Diese Formationen waren nach ihrer Entwässerung einer äolischen Umarbeitung in der ariden Periode ausgesetzt (Erg-Bildung); in späteren Regenperioden entwickelten sie sich zu tropischen eisenhaltigen Böden-wenig oder gar nicht ausgelaugt im Norden, ausgelaugt im Süden. Jüngere Sandablagerungen erlitten sodann eine Bodenbildung, die sie zu tropischen eisenhaltigen Böden im Süden und zu sub-ariden Braunerden im Norden führte.

Auf dieselbe Weise muss die Umwandlung der in verschiedenen Regenperioden entstandenen See-Ablagerungen, nach ihrer Entwässerung im Laufe der ariden oder semi-ariden Periode, zu Vertisols, Holomorph-Böden (Solonetz, solodierte Solonetz) und Hydromorphböden, je nach Breite und Topographie, stattgefunden haben.

## SUMMARY

In the southern part of the Chad basin, several ancient land surfaces formed on deposits of continental-terminal age can be observed.

These are:

1. The Koro bauxite surface;
2. An older ferrallitic surface, remnants of which are found as far north as latitude 12°N;
3. A wide-spread indurated surface (elevation 420 to 500 m) which was derived from the breakup of the preceding surface and which was deformed by new epirogenic movements;
4. A younger ferrallitic surface which merges with the present-day surface in the southernmost parts.

The earliest surfaces have been eroded and now are only evident as isolated buttes. The products of erosion filled in again the subsiding Chad basin and constitute the old, remodelled sandy formations of mid Quater-

nary age. These deposits on re-emergence were subjected to aeolian remodelling during an arid period (formation of ergs) and then following further pluvial periods, they evolved towards ferruginous tropical soils, only slightly leached, or not at all, in the north, but leached in the south. More recent sandy deposits subsequently were subjected to a pedogenesis which formed them into tropical leached ferruginous soils in the south and semiarid brown soils in the north. In the same way, lacustrine deposits of different pluvial periods evolved, after their re-emergence, in an arid or semiarid period, towards vertisols, halomorphic soils (solonetz, solodised solonetz) and hydromorphic soils depending on latitude and topography.

9th INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE  
TRANSACTIONS

*Abel*  
*Abel*  
*1961*

VOLUME IV PAPER 15

---

PALEOSOLS DE LA CUVETTE TCHADIENNE

J. PIAS

B 13182