

Les sols bruns subarides tropicaux  
d'Afrique de l'Ouest

G. BOCQUIER et R. MAIGNIEN

*Orstom*

*Reprinted from:*

AFRICAN SOILS, Vol. VIII, No. 3, 1963, pp. 359-370

## LES SOLS BRUNS SUBARIDES TROPICAUX D'AFRIQUE DE L'OUEST \*

G. BOCQUIER et R. MAIGNIEN  
*ORSTOM*

Dans le concept français, les sols bruns subarides tropicaux définis en Afrique de l'Ouest, comprennent l'ensemble des sols qui se développent, en position de drainage normal, dans les régions tropicales sèches à conditions d'aridité marquées, sous l'action principale de peuplements herbacés de type steppique. Leur morphologie, de type AC, est dominée par une pénétration homogène et profonde de matière organique bien humifiée à travers le profil.

Shantz et Marbut ont signalé en 1923 la présence de sols bruns steppiques au Sénégal, mais à tort puisque ceux-ci avaient été confondus avec des sols d'argile noir tropicale.

C'est en 1946 que G. Aubert, J. Dubois et R. Maignien ont étudié et caractérisé ces sols pour la première fois au Sénégal et en Mauritanie et ont reconnu leurs limites.

De 1946 à 1959, R. Maignien a poursuivi ces études et a pu dégager en 1959 les grands traits de leur morphologie ainsi que les différents facteurs qui présidaient à leur genèse. Il a été amené — en discutant leur position dans une classification générale des sols — à les séparer au niveau de la sous-classe des sols steppiques qui se développent dans les régions sèches septentrionales et méditerranéennes. Le rythme climatique et biologique de ces derniers étant dominé par une période froide hivernale.

Depuis 1959, divers travaux de cartographie pédologique effectués dans les Républiques de Mauritanie et du Niger par MM. F. Dugain, M. Gavaud, P. Audry et G. Bocquier ont permis de préciser quelques caractéristiques morphologiques et analytiques de ces sols ainsi que certains de leurs processus évolutifs. Une étude générale du dynamisme microbien des sols des zones semi-arides, présentée par Y. Dommergues a apporté récemment (1962) une contribution importante à la connaissance de la minéralisation de la matière organique dans ces sols. Enfin, Mlle C. Thoman poursuit actuellement des travaux sur le fractionnement et la composition de leur matière organique.

### I. — CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET ANALYTIQUES

Le groupe des sols bruns subarides tropicaux est divisé en deux sous-groupes d'après le degré d'évolution de la matière organique répartie à

\* Document présenté au Colloque de Léopoldville (Lovanium).

travers les profils, sur la base de la plus ou moins grande rapidité de minéralisation de celle-ci.

Sont distingués :

- des sols bruns proprement dits ;
- des sols brun-rouge, dont les horizons humifiés, moins épais, à matière organique plus rapidement minéralisée, laissent apparaître en profondeur une coloration due à l'individualisation des sesqui-oxydes de fer.

Les caractéristiques générales de ces sols sont les suivantes :

### A — Sols bruns “ sensu stricto ”

- Différenciation du profil de type AC, sur une faible épaisseur (moins de 100 cm).
- Coloration foncée des horizons dans les teintes brunes de notation Munsell moyenne : 10 YR 5/3 ; 4/3 humide. La gamme 7,5 YR est quelquefois utilisée, la gamme 5 YR ne l'a jamais été. La différence de coloration entre les états sec et humide est faible, ne dépassant pas une unité en valeur et en intensité. Cette coloration se maintient jusqu'au matériau originel.
- Horizon de surface généralement bien structuré, à tendance feuilletée dans les premiers centimètres, de type grumeleux à polyédrique en profondeur, à degré de développement généralement faible à moyen.
- Présence fréquente, mais non constante, de carbonate de calcium en quantité variable, sous forme de pseudomycélium, de concrétions ou de nodules, souvent à partir de 30 cm.
- Teneur en matière organique totale faible (inférieure à 1%) mais bonne répartition à travers les horizons — Rapport C/N < 10.
- Individualisation du fer importante (70–75% de fer libre par rapport au fer total), sa couleur est masquée par la matière organique.
- Lessivage des bases faible.
- Milieu généralement bien tamponné.
- Acidité pH neutre à basique.

On observe les variations suivantes liées à la texture du matériau originel :

- Sur matériaux argileux, les processus de carbonatation sont plus fréquents et plus développés ; ils s'affirment en bas de pente ce qui semble indiquer une certaine migration latérale. Par contre, l'individualisation de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  est rarement observée en matériaux sableux.

La structure est également plus développée lorsque le matériau est plus argileux, elle devient de type cubique et s'élargit (sol brun “ tirsifié ”). Une diminution du drainage liée à une texture plus argileuse détermine alors fréquemment le passage graduel à un vertisol.

- En matériau sableux, par contre, une diminution du drainage provoque le passage des sols bruns subarides à des sols hydromorphes à taches, caractérisés par des horizons humifères plus gris, à C/N plus élevé et pH plus acide. Les horizons profonds des sols hydromorphes présentent également un plus fort durcissement par dessiccation.

### **B — Les sols brun-rouge**

- Epaisseur plus grande des profils (parfois 200 cm).
- Présence de deux horizons distincts :

Un horizon de surface humifère d'au moins 50 cm d'épaisseur, de couleur gris-brun à brun. Les colorations sont fréquemment de type 5/4 ; 4,4 humide, mais étalées dans plusieurs gammes entre 2,5 YR et 10 YR.

Un horizon rouge pouvant atteindre plus de 100 cm dont la teinte rousse caractéristique — approchant souvent la notation Munsell ; 2,5 YR 4/6 ou 4/8 — provient non pas d'une accumulation du fer mais de la disparition de la matière organique en profondeur.

- Structure des horizons superficiels légèrement feuilletée, puis souvent mal développée (non fragmentaire) et instable.
- Importante individualisation du fer (80 à 85 % de fer libre/fer total).
- Teneur en matière organique totale encore plus faible que celle des sols bruns (< 0,5 %). Rapport C/N < 10.
- Début de lessivage des bases.
- Milieu souvent mal tamponné.
- Acidité pH neutre à faiblement acide.

Les sols brun-rouge se développent plus particulièrement sur des matériaux sableux et les variations observées sont liées soit à une limitation du drainage avec passage aux sols bruns ou aux sols hydromorphes, soit à une diminution générale des conditions d'aridité avec passage aux sols ferrugineux tropicaux. Dans ce dernier cas, la caractérisation des profils se fonde sur l'utilisation des critères morphologiques suivants, appartenant aux sols ferrugineux tropicaux :

- Horizon humifère moins épais, de 25 à 30 cm, de coloration plus grise : les seules gammes utilisées jusqu'à présent en notation Munsell sont 7,5 YR-10 YR et 2,5 Y ; les valeurs sont plus élevées, comprises entre 4 et 7 et les différences entre état sec et humide atteignent fréquemment 3 unités en valeur et 2 en intensité.
- Horizon sous-jacent peu coloré marquant un début de lessivage en fer.
- Horizon profond de coloration jaune à rouge représentant une forte individualisation et même une accumulation de fer.

## **2 — REPARTITION ET LIMITES DES SOLS BRUNS SUBARIDES TROPICAUX**

En Afrique de l'Ouest, les sols bruns subarides se localisent zonalement entre les sols ferrugineux tropicaux au sud et les sols gris

subdésertiques au nord ; leur aire de développement est approximativement comprise entre les isohyètes 500 et 200 mm. Ils occupent ainsi, schématiquement à travers l'Afrique de l'Ouest, une bande irrégulière de 200 à 400 km de largeur, légèrement inclinée vers l'est par rapport aux parallèles.

Au nord, vers le domaine saharien, les sols bruns subarides passent aux sols gris subdésertiques, qui sont des sols peu évolués par suite des conditions climatiques très arides, et dont la faible différenciation — de type (A) C — est caractérisée par la seule présence d'un horizon superficiel peu épais (10–15 cm) faiblement coloré par une petite quantité de matière organique peu décomposée et légèrement durci en surface.

Cette limite septentrionale est souvent définie régionalement par des conditions particulières de morphogénèse. En domaine à tendance subdésertique, avec modelé dunaire à faibles actions éoliennes actuelles, le passage peut se réaliser très graduellement par variation progressive de l'extension de chacun des trois termes composant la toposéquence dunaire : sols gris subdésertiques au sommet et sur les pentes — sols brun-rouge en creux interdunaire — sols bruns en bas fond (P. Audry, 1962). En d'autres lieux, le développement des actions éoliennes provoque un passage rapide à des sols gris subdésertiques ou même directement à des sols minéraux bruts (Cordon de Tal en République du Niger).

Enfin, les sols de ces régions peuvent être marqués par des actions pédogénétiques anciennes, telle que la rubéfaction exprimant l'influence de climat ancien plus humide. Il est alors difficile de distinguer certaines de ces formations rouges portant des sols gris subdésertiques des sols brun-rouge subarides tropicaux. Les critères utilisables dans ce cas demeurent la faible épaisseur de l'horizon de surface (10–15 cm) et les faibles quantités de matière organique (0,15 à 0,30%).

La limite méridionale entre les sols subarides et les sols ferrugineux tropicaux semble soulever actuellement deux problèmes principaux ; celui déjà évoqué du passage graduel des sols subarides brun-rouge aux sols ferrugineux tropicaux sur matériaux sableux et celui de l'extension en domaine ferrugineux plus humide de certains sols bruns.

Ces derniers, — pouvant être alors considérés comme intrazonaux — se différencient localement sous l'action de deux facteurs principaux : la présence de calcium et la limitation du drainage qui détermine un pédoclimat favorable à l'accumulation de la matière organique humifiée en ralentissant et orientant la minéralisation de celle-ci. On observe de tels sols bruns en République du Sénégal et du Tchad sous des pluviométries de l'ordre de 700 mm (J. Pias).

A l'intérieur de ces limites, les deux sous-groupes des sols bruns subarides se répartissent généralement de la façon suivante :

Entre les isohyètes 500 et 350 mm, sur matériaux sableux acides et en position de bon drainage dominant les sols brun-rouge. Sur d'autres formations, surtout argileuses ou riches en minéraux alcalino-terreux, se développent les sols bruns "sensu stricto".

Entre les isohyètes 350 et 200 mm, on observe toute une série de sols bruns à texture variée, mais souvent très sableuse, qui marquent peu à peu vers le nord le passage aux sols gris subdésertiques. Certains sols bruns qui se développent sur des formations rouges anciennes pourront, dans certains cas, être distingués des sols brun-rouge par l'observation de l'horizon rouge sous-jacent qui est plus généralement calcaire en sols brun "sensu stricto".

Diverses reconnaissances récentes ont montré que la position plus septentrionale des sols bruns par rapport aux sols brun-rouge, ne saurait être constante et que régionalement la répartition relative des sols bruns et des sols brun-rouge sur matériaux sableux apparaît être sous l'influence déterminante du modelé.

### 3 — FACTEURS DE FORMATION

**Au point de vue climatique,** les sols bruns subarides tropicaux correspondent à des pluviosités comprises entre 500 et 200 mm. C'est précisément entre ces limites de pluviosité que s'annule le drainage calculé dans les sols, ainsi que l'alimentation des nappes par infiltration directe des pluies. Celles-ci, présentant une forte variabilité d'une année à l'autre, sont concentrées en un à trois mois de saison humide sous forme de précipitations très intenses et brèves.

Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 27°-28° C avec un minimum absolu en décembre-janvier de l'ordre de 15° C et un maximum en avril-mai, où les températures atteignent et dépassent 45° C.

Sauf pendant les quelques jours qui suivent les précipitations, le degré hygrométrique de l'air est extrêmement bas, de l'ordre de quelques pour cent.

Le rythme climatique est donc caractérisé par une saison des pluies, chaude, extrêmement brève, suivie d'une très longue saison sèche qui représente le facteur limitant la végétation et l'évolution de la matière organique des sols. Il s'agit typiquement d'un climat tropical dont la dégradation vers l'aridité se manifeste rapidement en se dirigeant vers le nord.

**Concernant les roches mères et les matériaux originels,** on note déjà en domaine subaride, la présence fréquente d'accumulations sableuses. Celles-ci associées ou non des "regs", sont des formations qui résultent du système morphoclimatique des régions sèches et sont ainsi plus ou moins étroitement liées au climat actuel.

La nature des roches joue un rôle déterminant dans la différenciation entre sols bruns et brun-rouge ; les matériaux les plus acides et à texture légère favorisent la formation de sols brun-rouge.

La nature des roches influe plus particulièrement sur la richesse en matière organique par le rôle des cations alcalino-terreux sur la biologie du sol et surtout par la présence ou l'absence des carbonates.

La composition des roches dans l'Ouest Africain, favorise peu l'halomorphie qui prend, par contre, un développement important dans le bassin tchadien.

**Le facteur temps** joue un rôle certain dans la pédogénèse des sols bruns subarides tropicaux. Des travaux récents dans la partie nigérienne du bassin tchadien ont permis d'estimer — en se basant sur des datations au carbone  $^{14}$  de diatomites déposées lors d'une récente extension du Lac Tchad (H. Faure, 1962) — qu'une durée de l'ordre de 7.000 ans avait été suffisante pour la formation de sols bruns bien typés sur des matériaux finement sableux du cordon de Tal. Cette durée, par contre, semble avoir été insuffisante pour que des sols brun-rouge aient pu se différencier complètement à partir d'autres matériaux sableux voisins.

Par ailleurs, ces régions actuellement en domaine subaride, ont subi des variations climatiques récentes (2.000–3.000 ans) dans le sens de l'aridité. Différentes observations permettent d'estimer ce dessèchement comme équivalent à une diminution de 200 mm environ de la pluviométrie annuelle. Il en résulte la présence de sols ferrugineux tropicaux et de cuirasses ferrugineuses qui — formés dans des conditions climatiques plus humides — subsistent en climat actuel plus aride; ces sols anciens n'ont pas été suffisamment marqués par les conditions présentes, — en particulier par l'infiltration de la matière organique — pour présenter une morphologie caractéristique de sols subarides. Le plus souvent ces formations anciennes sont plus ou moins remaniées sous l'action de l'érosion hydrique et éolienne, et donnent naissance à des sols faiblement évolués dans lesquels des phénomènes d'engorgement temporaire amorcent une différenciation.

**C'est sous l'action principale de la végétation** que se forment les sols bruns subarides tropicaux. Celle-ci est représentée par des formations arbustives très ouvertes à base d'épineux (*Acacia*) et d'un tapis graminéen assez dense mais de faible hauteur (30 à 50 cm) constitué principalement d'espèces annuelles et fréquemment brûlé en début de saison sèche. Les apports organiques s'effectuent principalement par décomposition en place du système racinaire herbacé.

La dynamique microbienne des sols en domaine semi-aride et tropical sec, est très particulière, et joue un rôle plus important qu'on ne le pensait il y a quelques années.

Les études récentes de Y. Dommergues (1962) ont montré que l'élévation du pF au-dessus de 4,2 n'entraîne l'arrêt que d'une partie des processus évolutifs d'origine biologique, pendant que les autres ne subissent qu'un ralentissement plus ou moins marqué jusqu'au pF 5,5 (et parfois même 5,6) qui marque la limite extrême de l'activité biologique dans ces sols. Il n'y a qu'un déphasage entre les seuils hydriques de démarrage d'activité des différents groupements de la microflore du sol, dont les plus xérophiles sont composés de champignons qui assurent encore une régénération de la structure à des pF élevés. " Une des conséquences les plus remarquables

de cette disparité des seuils réside dans la prédominance, à certaines humidités, de processus favorisés électivement par rapport à d'autres." Il y a ainsi prédominance, au voisinage du point de flétrissement, de la cellulolyse sur l'ammonitrification avec pour corollaire l'immobilisation au moins partielle de l'azote minéral; il y a de même prédominance de l'ammonitrification sur la nitrification aux pF supérieurs à 4,2.

Ces résultats montrent que les processus de minéralisation de la matière organique peuvent se prolonger fort loin dans la saison sèche, puisque les horizons supérieurs des sols des régions subarides peuvent se maintenir dans l'intervalle de pF 4,2-5,0 pendant plusieurs mois après l'arrêt des pluies. Ces données permettent de mieux interpréter les faibles teneurs en matières organiques qui caractérisent les sols subarides tropicaux.

#### 4 — PROCESSUS PEDOGENETIQUES

De l'étude des différents facteurs de formation se dégagent les principaux processus pédogénétiques qui contribuent à la caractérisation des sols bruns subarides des régions tropicales. Ce sont, par ordre d'importance décroissante, les processus de steppisation, carbonatation, ferruginisation, néosynthèse argileuse et lessivage.

##### A — Steppisation

La steppisation est le processus pédogénétique qui oriente l'évolution et l'accumulation de la matière organique dans les sols subarides. En milieu tropical, à température annuelle moyenne élevée, les conditions d'accumulation de la matière organique sont réduites. La minéralisation est très intense même aux faibles humidités. Le facteur qui favorise une certaine accumulation organique est le déficit hydrique des sols, mais il réduit aussi les apports en limitant le développement de la végétation.

La réaction du sol, neutre à basique, favorise cependant la formation de complexes colloïdaux organiques de néoformation qui sont assez résistants à l'action microbienne : ce sont des mélanges d'acides humiques gris riches en azote, relativement peu solubles dans les solvants habituels, qui sont énergiquement floculés, et d'acides humiques bruns pauvres en azote aminé et en produits quinoniques de synthèse, qui sont liés de façon peu énergique aux colloïdes minéraux. Les proportions de ces produits varient suivant le pH, la richesse en calcium et l'hydromorphie.

Les conditions du milieu tropical sont telles que la matière organique dans les sols bruns et les sols brun-rouge est particulièrement fragile, celle des sols bruns étant cependant moins facilement décomposable que celle des sols brun-rouge.

La steppisation consiste donc en une infiltration de matériaux organiques à rapport C/N inférieur à 8-10, liée à la couverture herbacée.

##### B — Carbonatation

Le calcium a une grande importance sur la typologie et l'évolution des sols subarides. On observe fréquemment, à plus ou moins grande

profondeur, un horizon d'accumulation de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , même lorsque le matériau originel est pauvre en calcium.

Le calcium peut provenir du lessivage des horizons de surface qui sont souvent décalcariés. Il semble aussi que l'individualisation des carbonates puisse être liée à l'action des racines et à l'activité biologique : Ce serait alors un phénomène spécifique de la pédogénèse des sols subarides. Mais il apparaît, en ce qui concerne les sols tropicaux, que les processus de carbonatation sont surtout liés à des actions de réduction qui se réalisent au niveau des horizons colmatés profonds, proches du matériau originel. Le calcium se concentrerait sous une forme bicarbonatée (hydrocarbonate, protobicarbonatée) et se précipiterait en saison sèche sous forme de carbonate à une profondeur fonction du drainage.

On observe, plus précisément, que les formes d'immobilisation de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  sont étroitement liées aux conditions du drainage interne. En milieu pauvre en bases, bien aéré, il y a accumulation diffuse avec faible induration ; quand la texture s'alourdit, apparaît un pseudomycélium calcaire. Mais le plus souvent les concrétions ont la forme de poupées de 2 à 3 cm de long qui s'édifient de façon préférentielle au contact du matériau originel.

Le colmatage accuse ce phénomène et à l'extrême on passe à l'individualisation de véritables nodules indurés, parfois de grande taille ( $> 5$  cm de diamètre).

La profondeur de l'horizon d'accumulation des carbonates de calcium est assez variable, mais généralement plus importante qu'en sols steppiques septentrionaux, à savoir plus de 30 cm.

Si les processus de carbonatation sont fréquents en sols bruns "sensu stricto" ils sont par contre beaucoup plus réduits et généralement absents en sols brun-rouge.

### C — Ferruginisation

Une autre caractéristique importante des sols subarides tropicaux est l'individualisation prononcée des sesquioxydes de fer. Bien que n'atteignant pas l'intensité observée en sols ferrugineux tropicaux, cette mobilisation contribue à donner la couleur brune ou rousse à ces sols. Une faible quantité est d'ailleurs suffisante pour colorer les profils et il semble exister certaines liaisons étroites entre la matière organique et le fer. Plus de 70% du fer total des sols subarides se trouvent sous formes libres.

Lorsque les conditions d'hydromorphie s'accroissent, les oxydes de fer peuvent se redistribuer en faisant apparaître des phénomènes de ségrégation. Ces mécanismes sont facilités en milieux oxydés. Cependant, comme le drainage est limité par suite du déficit hydrique, on n'observe ordinairement que des mouvements réduits : faibles remontées en sols bruns ; début de lessivage en sols brun-rouge ; souvent d'ailleurs ces mouvements s'annulent.

### D — Néosynthèse argileuse

L'étude des matériaux texturaux des sols subarides fait apparaître des quantités souvent importantes de produits argileux où se trouvent en

mélange : kaolinite, illite et montmorillonite. Les données minéralogiques sont encore trop peu nombreuses pour apporter une explication satisfaisante relative à la formation et à l'évolution de ces minéraux en milieu strictement subaride. Il est cependant intéressant de rappeler certains aspects spécifiques des milieux tropicaux à saisons distinctes :

Si les processus d'hydrolyse sont parfois très réduits dans le temps, ils peuvent par contre être très intenses pendant de courtes périodes. C'est ainsi qu'en milieu normalement drainé, la kaolinisation domine et ce sont principalement les feldspaths et les plagioclases qui fournissent les produits d'altération.

Les illites apparaissent surtout comme résultat de l'altération des schistes et des minéraux primaires phylliteux. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire d'évolution, mais relativement stable en milieu bien drainé. Kaolinite et illite peuvent être également présentes dans les sols en tant que produits hérités d'anciens sols ou sédiments.

En position de drainage déficient s'observent des néosynthèses argileuses du type 2/1 parfois très importantes. Ces néosynthèses donnent naissance soit à des minéraux argileux interstratifiés, soit à des montmorillonites.

La kaolinite est un minéral extrêmement stable qui est très généralement présent dans les sols. Les illites et les montmorillonites se distribuent plus particulièrement sur des matériaux jeunes, basiques, ou en position de cuvettes à écoulement plus ou moins endoréiques dans lesquelles il y a possibilité de certaines concentrations en cations (calcium et magnésium). Ces minéraux argileux se forment dans des horizons colmatés où les caractéristiques des milieux réducteurs sont bien marquées ; ils sont fréquemment associés à des phénomènes de carbonatation et donnent naissance à des sols basiques contrairement aux kaolinites qui font apparaître une certaine acidification.

### E — Lessivage

Les processus de lessivage sont extrêmement réduits dans les sols subarides. L'étude du bilan hydrique montre que les périodes où le drainage peut se réaliser sont très courtes, et que ce drainage n'intéresse que des quantités d'eau extrêmement faibles.

Cependant, l'étude des profils montre que certains matériaux sont redistribués entre les différents horizons, ce qui montre la réalité d'un certain lessivage interne ; mais celui-ci ne se poursuit généralement pas par une exportation hors des profils, sinon pour certains produits solubles et dans des conditions bien particulières : ainsi se formeraient certains horizons profonds fortement carbonatés. On constate également une certaine redistribution du fer à travers les profils et parfois même un léger lessivage oblique le long des pentes.

Par contre, le lessivage ne porte pas sur l'argile. On observe fréquemment une texture plus légère dans les horizons de surface par rapport aux

horizons profonds correspondants. Mais il s'agit ou d'un ensablement superficiel, ou d'une augmentation relative des matériaux grossiers à la suite de l'entraînement par les eaux de ruissellement des matériaux les plus fins. En profondeur, l'augmentation des teneurs en argile correspond essentiellement à l'apparition des phénomènes de néosynthèse argileuse en milieu réducteur.

Ainsi les migrations sont réduites dans des sols subarides, en relation avec la prédominance climatique des phénomènes d'évaporation sur les phénomènes de percolation ; elles ne provoquent généralement qu'un enrichissement progressif en éléments les plus solubles, à la base des profils.

Lorsque l'on considère l'ensemble des processus pédogénétiques qui participent à la formation et à l'évolution des sols bruns subarides tropicaux, on remarque :

- d'une part, l'originalité du processus de steppisation qui définit le groupe ;
- d'autre part, que les différents processus pédogénétiques évoqués n'agissent pas indépendamment mais qu'ils interfèrent réciproquement, en étant tous plus particulièrement liés aux actions d'hydromorphie temporaire. Ce sont donc principalement les conditions de drainage internes qui règlent l'évolution particulière de chaque type de sols à l'intérieur du groupe.

Ce rôle particulier de l'hydromorphie apparaît plus nettement lorsque l'on tente de dégager les principales liaisons existant entre les différents processus pédogénétiques.

### 1 — Rôle de l'hydromorphie

- **sur la steppisation.** — La limitation du drainage provoque l'accumulation de produits organiques résiduels : le C/N augmente, le pH diminue et l'on peut observer tous les intermédiaires entre les sols subarides et les sols hydromorphes à pseudo-gley ou gley d'une part, et les vertisols d'autre part. Dans le même ordre d'idées, une accélération du drainage — en matériaux sableux filtrant — oriente l'évolution vers les sols gris subdésertiques.
- **sur la carbonatation.** — L'hydromorphie d'engorgement par son milieu réducteur, favorise l'individualisation du carbonate de calcium. Un milieu oxydant moins hydromorphe limite ces phénomènes et accuse l'acidification.
- **sur le ferruginisation.** — Une augmentation des processus d'hydromorphie par des eaux oxygénées qui se renouvellent accuse la ferruginisation. Ces mécanismes jouent principalement sur l'évolution de la matière organique (acidité organique, complexants organiques). Ils permettent l'accumulation de produits organiques résiduels qui sont les agents principaux du lessivage.

— **sur la néosynthèse argileuse.** — Les néosynthèses du type 2/1 ne se réalisent qu'en milieu engorgé pendant une certaine période. Il s'agit surtout d'eau d'imbibition non renouvelée, dont la concentration en cations augmente par hydrolyse, apports latéraux et évaporation. En milieu bien drainé les processus de kaolinisation sont dominants.

## 2 — Steppisation et carbonatation

L'activité biologique, liée au développement des racines de graminées et à leur décomposition, favorise l'individualisation du carbonate de calcium dans les sols subarides. Ces phénomènes sont particulièrement marqués sur les roches riches en minéraux basiques (granites à amphibole, micaschistes, etc.).

## 3 — Carbonatation et néosynthèse argileuse

Les néosynthèses argileuses du type 2/1 exigent pour se réaliser des pH neutre à basique. Il existe ainsi de bonnes relations entre la présence de carbonate de calcium et celle d'illite, d'interstratifiés et, en dernier lieu, de montmorillonite en présence de magnésium.

## 4 — Lessivage et ferruginisation

En entraînant les cations alcalino-terreux, le lessivage provoque l'acidification des sols et favorise ainsi la migration des oxydes de fer et de manganèse. Vers l'isohyète 500 mm, ces processus provoquent le passage en sols ferrugineux tropicaux.

## 5 — CLASSIFICATION

Dans le cadre de la classification française des sols, présentée par G. Aubert au colloque de Gand (juin 1962), les sols bruns subarides tropicaux — par les caractéristiques générales de leur matière organique — sont à classer parmi les sols steppiques ou isohumiques.

Au niveau de la sous-classe, ils se rangent parmi les sols isohumiques :

- à complexe saturé ;
- à pédoclimat chaud pendant la courte période des pluies ;
- à teneur en matière organique relativement réduite ;
- à individualisation poussée des sesquioxydes de fer.

Ils constituent eux-mêmes un groupe bien individualisé qui se divise en deux sous-groupes :

- les sols bruns " sensu stricto "
- les sols brun-rouge,

suivant le degré d'évolution de la matière organique.

Aux échelons inférieurs de la classification, les critères utilisés se rapportent :

- au niveau de la famille, à la nature texturale du matériau originel et à sa richesse en éléments alcalino-terreux ;
- au niveau de la série, à des caractéristiques particulières de la carbonatation et (ou) de la ferruginisation, dans les horizons profonds.

Ainsi, au niveau de la sous-classe, les sols bruns tropicaux ont été séparés des sols bruns subtropicaux (ou méditerranéens). Cette distinction, fondée sur certaines caractéristiques différentes relatives à la carbonatation, la teneur en matière organique, l'argilisation, le développement de la structure, souligne l'influence particulière du climat tropical dont le rythme pluviothermique original, (courte saison chaude pluviale), oriente un type de végétation et d'évolution de la matière organique.

Ces conditions particulières rendent compte des faibles teneurs en matière organique, de la mobilisation poussée du fer et du développement réduit de la carbonatation qui caractérisent les sols bruns tropicaux.