

Les remaniements de sols pendant le Quaternaire supérieur au Congo

Évolution des paysages dans la région de la Sangha

Raymond LANFRANCHI (1) et Dominique SCHWARTZ (2)

(1) Archéologue, Ciciba, BP 770, Libreville, Gabon
(2) Pédologue, Orstom, BP 1286, Pointe Noire, Congo

RÉSUMÉ

Les sols forestiers de la région de Ouesso (Congo) contiennent une abondante industrie préhistorique du Middle Stone Age, parfaitement en place au sommet des stone-lines. Ceci signifie que ces stone-lines ont été une surface d'érosion pendant le Maluekien (70000 ?-40000 B.P.), période climatique sèche à végétation ouverte. Les horizons meubles qui recouvrent les stone-lines se sont formés à la fin de cette période, sous l'action conjuguée de remaniements biologiques et de transports latéraux à l'échelle du versant, lors de la réhumidification qui a conduit au Njilien (40000-30000 B.P.). Ces observations nous ont permis de proposer un modèle de mise en place des sols remaniés dans cette région de la Sangha. Ce modèle est proche de ceux couramment admis en Afrique centrale quant aux processus mis en cause, mais en diffère en ce qui concerne la chronologie.

MOTS CLÉS : Congo – Quaternaire – Maluekien – Sangoen – Préhistoire – Stone-line – Érosion – Termite – Sol ferrallitique remanié.

ABSTRACT

SOIL REWORKING DURING THE UPPER-QUATERNARY IN THE CONGO LANDSCAPE EVOLUTION IN THE SANGHA AREA

The forest soils around Ouesso contain traces of an abundant Middle Stone Age prehistoric industry, at the top of the stone-lines. This indicates that these stone-lines were an erosion surface during the Maluekian (70,000 ?-40,000 B.P.), a dry climatic period with open vegetation. The loose horizons which cover the stone-lines were formed at the end of this period, under the joint actions of biological reworking of soil material and lateral water transportation of this material along the slopes during the climatic rehumidification which led to the Njilian (40,000-30,000 B.P.). These observations lead to suggesting a model of reworked soils in the Sangha area. It is similar to the current models in Central Africa with regard to the processes, but different in the proposed chronology.

KEY WORDS : Congo – Quaternary – Sangoan – Maluekian – Prehistory – Stone-line – Erosion – Termit – Soil reworking.

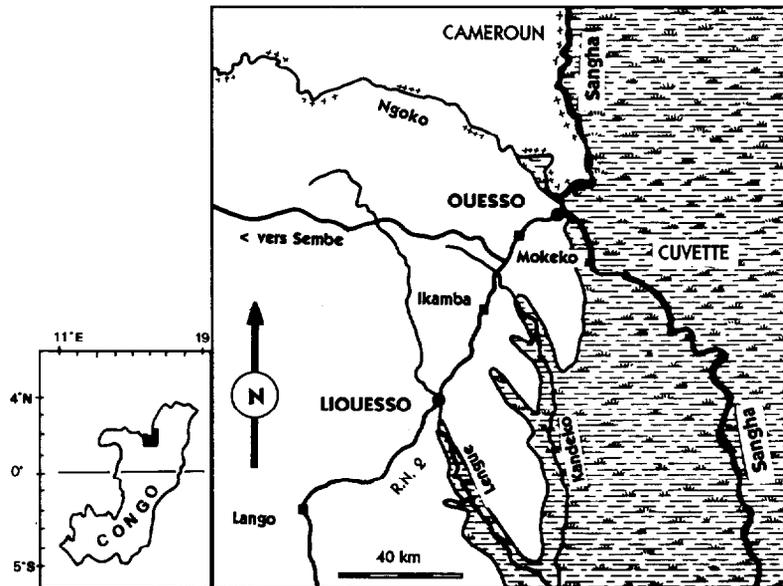


FIG. 1. – Carte de localisation (d'après LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990).

Localisation map (after LANFRANCHI and SCHWARTZ, 1990).

Les observations rapportées ici ont été effectuées sur 84 km de coupes de sol fraîches, réalisées lors de la réfection de la route Ouesso-Liouesso.

LE CADRE SPATIAL ET CHRONOLOGIE

Le cadre physiographique

La Sangha occidentale est une région vallonnée située en bordure immédiate de la cuvette congolaise (fig. 1).

Le substratum géologique est formé de diverses roches de la série précambrienne de Sembé-Ouessou : schistes, grès, arkoses, grès quartzites ; à l'est de la zone d'étude, ce substratum est recouvert par les alluvions plio-pléistocènes de la cuvette (SONET, 1958). La partie ouest correspond à la surface d'aplanissement fini-tertiaire, ultérieurement soulevée et disséquée. L'érosion y a dégagé un relief de collines aux pentes parfois raides. Le long de la route prospectée, l'altitude est comprise entre 347 m (sur la Lengoué, à Liouesso) et 497 m (à Ikamba) ; plus généralement, elle oscille entre 400 et 460 m. Plus à l'ouest, les reliefs s'élèvent pour atteindre ou dépasser les 600 m à une cinquantaine de kilomètres de Ouesso.

Le climat est de type intertropical atténué (ASECNA, 1964 ; Atlas du Congo, 1969), avec des pluies réparties assez régulièrement tout au long de l'année. Au

nord de Ouesso, on observe un minimum de décembre à janvier (50 à 80 mm par mois) ; au sud apparaît en outre un minimum secondaire en juillet. Les précipitations sont de l'ordre de 1 600 mm par an, réparties sur environ 100 jours de pluie.

La région est entièrement couverte d'une forêt dense de type sempervient (WHITE, 1966), faisant localement place à des cultures pérennes (palmiers à huile *Elaeis guineensis*) ou temporaires.

Le contexte chronologique

Le cadre chronologique et paléoclimatique qui fait référence a été établi à partir de données recueillies au sud de l'équateur, dans la région de Kinshasa et Brazzaville, et à partir de carottes marines (DE PLOEY, 1963 et 1969 ; DE PLOEY et VAN MOORSEL, 1963 et 1966 ; GIRESE, 1978 ; GIRESE *et al.*, 1981 et 1982 ; GIRESE et LANFRANCHI, 1984 ; SCHWARTZ, 1985).

On retiendra pour le Pléistocène supérieur et l'Holocène, la succession de 4 phases climatiques : le Maluekien est une période assez mal connue, correspondant à une tendance sèche du climat ; le début de cette période pourrait être corrélé avec la fin de l'Eemien (70 000 B.P.) ou l'interstade de Brorup (60 000 B.P.) pour reprendre la terminologie du Würm européen ; elle s'achève vers 40 000 B.P. Le Njilien (40 000-30 000 B.P.) est une courte période à tendance humide. Entre 30 000 et 12 000 B.P., le Léopoldvillien marque un retour à un climat plus sec,

voire semi-aride entre 18 000 et 15 000 B.P., période la plus sèche qu'ait connue l'Afrique pendant le Würm. À partir de 12 000 B.P., le Kibangien correspond à une amélioration climatique. Cependant, si le Kibangien A (12 000-3 000 B.P.) est une période à humidité élevée, le Kibangien B (3 000 B.P.-Actuel) est légèrement plus sec. Les variations du couvert végétal suivent celles du climat : aux périodes les plus humides correspond une avancée de la forêt ; aux périodes les plus sèches, une extension des savanes.

Les termes de Maluekien, Njilien, etc., n'ont en principe qu'une valeur très régionale, correspondant à la chronostratigraphie du *Stanley Pool*, puis, par extension, du sud-ouest du Congo et du Zaïre. Nous les emploierons ici faute de termes plus généraux à l'échelle de l'Afrique centrale. Il convient également de considérer avec prudence les limites chronologiques : il n'est pas impossible qu'un léger décalage ait existé entre le sud de l'équateur, où elles ont été établies, et la zone étudiée ici. Toutefois, il convient de remarquer que les grandes coupures climatiques mises en évidence au sud de l'équateur ont également été retrouvées bien au nord. Ainsi au Sahara, la période 30 000-12 000, et plus particulièrement 18 000-15 000 B.P., correspond au maximum de l'extension du désert, tandis que la période 12 000-4 500 B.P. correspond à un net recul du désert, suivie par une nouvelle avancée depuis 4500 ans (PETIT-MAIRE, 1984). Le canevas général des variations paléoclimatiques du Quaternaire, avec cette succession de phases alternativement plus humides et plus sèches, demeure très certainement applicable ici.

STONE-LINES ET RECOUVREMENT : UN BREF APERÇU

Définitions et hypothèses de formation

Dans les milieux intertropicaux, de nombreux types de sols, et plus particulièrement les sols ferrugineux et les sols ferrallitiques, montrent à profondeur variable des horizons considérablement enrichis en éléments grossiers, qui forment une *stone-line* (SHARPE, 1938) ou une « nappe de gravats » (HEINZELIN, 1955). Ces sols, qui prennent le nom de sols remaniés (AUBERT et SEGALIN, 1966), se subdivisent en trois niveaux aux transitions souvent très brutales :

– Les horizons supérieurs du sol, appelés horizons de recouvrement ou, plus simplement, « recouvrement », sont en principe entièrement dépourvus d'éléments grossiers (exception faite de ceux d'origine anthropique : charbons de bois, industries préhistoriques). Leur épaisseur varie de 0 (en particulier dans le cas de sols érodés) à plusieurs mètres. Ils comprennent les horizons A et, au moins en partie, B. Ce terme de

recouvrement est parfois récusé en raison de sa connotation génétique (il sous-entend implicitement des apports allochtones).

– Le niveau médian comprend la même matrice fine, mais est considérablement enrichi en éléments grossiers, qui, en règle générale, représentent pondéralement plus de 50 % de l'horizon. L'épaisseur de cette *stone-line* varie de quelques centimètres à 1 ou 2 m. On peut parfois la subdiviser en deux parties : une partie inférieure, formée exclusivement d'éléments autochtones (quartz, gravillons ferrugineux, débris de roches altérées), et une partie supérieure qui comprend en outre des éléments allochtones au profil (industries préhistoriques, fragments de roches diverses). La limite supérieure de la *stone-line* est grossièrement parallèle au sol. Elle est fréquemment festonnée.

– Les horizons inférieurs du sol, B et C, ou seulement C. Il n'est pas rare en effet que la *stone-line* repose directement sur les horizons d'altération. Dans ce cas, la transition entre la base de la *stone-line* et les horizons d'altération peut être graduelle.

La genèse de ces sols a fait l'objet de discussions passionnées dont on trouvera l'écho dans les synthèses de VOGT et VINCENT (1966), SEGALIN (1969), LÉVÊQUE (1969), COLLINET (1969) ou RIQUIER (1969). En ce qui concerne la littérature plus récente, on trouvera de nombreuses références dans BOCQUIER *et al.* (1984) ou EMBRECHTS et DE DAPPER (1990).

La construction de modèles expliquant la morphologie et la genèse de ces sols fait appel à cinq types d'hypothèses : enfouissement des éléments grossiers par remaniement biologique, enfoncement sur place par gravité, transports latéraux de matière par érosion et colluvionnement, soutirage chimique ou par départ des fines, processus multiples combinant différents facteurs (le plus souvent : succession d'une phase d'érosion puis de formation du recouvrement par l'activité biologique).

Force est de constater que peu d'éléments permettent de trancher avec certitude. Seule l'hypothèse de l'enfoncement sur place (LAPORTE, 1962) paraît devoir être écartée par différents arguments probants (RIQUIER, 1969 ; LÉVÊQUE, 1969 ; SCHWARTZ, 1985). La plupart des auteurs s'accordent à reconnaître que différents facteurs ont sans doute joué.

De l'ensemble des nombreuses données souvent contradictoires émergent cependant deux faits fondamentaux :

– une grande parenté génétique (mais pas forcément identité parfaite) entre matériau des horizons de recouvrement et d'altération ;

– la présence fréquente au sein des *stone-lines* d'éléments grossiers complètement allochtones.

Ces deux observations, antagonistes, expliquent en fait le relatif échec des théories faisant appel à un processus unique de formation des sols remaniés.

Les sols remaniés en Afrique centrale

En Afrique centrale, les sols ferrallitiques remaniés sont très représentés. Au Congo, par exemple, ils occupent plus de 30 % de la surface du pays, ce qui est considérable quand on sait que 55 % de la surface est occupée par des sols qui ne se prêtent pas à la formation de *stone-lines*, en raison de la nature presque exclusivement sableuse du matériau dans lequel ils se développent, d'où l'absence d'éléments grossiers résiduels (30 % par les sols alluviaux hydromorphes de la cuvette, 25 % par des sols ferrallitiques psammitiques : Atlas du Congo, 1969). Les *stone-lines* et leur recouvrement ont fait l'objet de nombreux travaux, que ce soit au Gabon ou au Congo (VOGT et VINCENT, 1966 ; LAPORTE, 1962 ; RIQUIER, 1969 ; COLLINET, 1969 ; MARCHESSEAU, 1965 ; GRAS, 1970 ; SCHWARTZ et LANFRANCHI, 1984, etc.), ou encore au Zaïre (RUHE, 1954 ; HEINZELIN, 1952 et 1955) ; DE PLOEY, 1964 et 1965 ; STOOPS, 1967, etc.).

Si on excepte LAPORTE (1962) et COLLINET (1969), qui reconnaît cependant l'existence éventuelle de phénomènes locaux de colluvionnement, tous les chercheurs ayant travaillé dans ce secteur admettent que les *stone-lines* correspondent à des formations résiduelles, résultant du décapage par érosion de la partie supérieure des sols. En ce qui concerne les horizons de recouvrement, les opinions sont plus nuancées. RIQUIER (1969), GRAS (1970), RUHE (1954) estiment qu'ils se sont formés par colluvionnement. HEINZELIN (1955) pense qu'ils sont entièrement liés à des remontées termitiques. STOOPS (1967), DE PLOEY (1964 et 1965), VOGT et VINCENT (1966) sont d'avis qu'ils sont avant tout colluviaux, mais que les termites ont, au moins localement, joué un rôle plus ou moins important dans sa mise en place.

MORPHOLOGIE DES SOLS REMANIÉS DE LA SANGHA

Hormis quelques sols hydromorphes de bas-fonds, tous les sols observés le long des tranchées routières, sur 84 km de long, sont des sols ferrallitiques remaniés.

Morphologie générale des sols remaniés

Ces sols présentent une morphologie générale assez constante (fig. 2).

Les horizons de recouvrement ont une épaisseur de 1 à 12 m, plus généralement de 2 à 4 m. Cette épaisseur est souvent plus importante sur les sommets que sur les versants. La gamme de couleur va du rouge

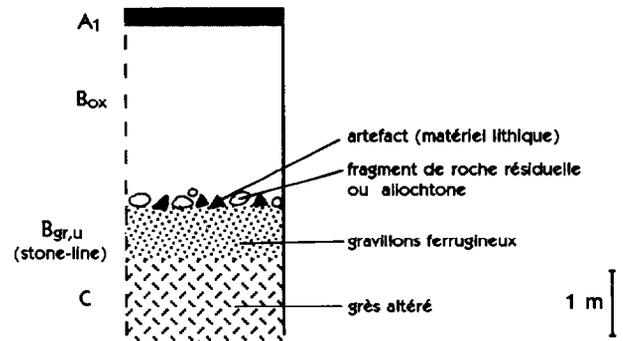


FIG. 2. – Profil type schématique des sols ferrallitiques remaniés entre Ouesso et Liouesso (d'après LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990).

Schematic profile of typical reworked ferrallitic soils between Ouesso and Liouesso (after LANFRANCHI and SCHWARTZ, 1990).

10 R à l'ocre jaune 10 YR, le mode étant le rouge 5 YR. La texture est argilo-sableuse, et la densité apparente sèche est élevée, 1,8 à 1,9. À la base du recouvrement apparaît sporadiquement de l'industrie préhistorique, pièces éparses ou ateliers de débitage, parfois superposés, aux structures très nettes.

La *stone-line* comprend un niveau supérieur peu épais, 10-30 cm, formé de gravillons ferrugineux, de débris de quartz, de fragments de roches diverses, peu altérées et souvent allochtones, et d'industries préhistoriques, très systématiquement présentes tout le long des 84 km de coupes étudiées. La partie inférieure, épaisse de 1 à 4 m, ne comprend que du quartz et des gravillons ferrugineux. Dans le tiers inférieur des pentes, les gravillons recouvrent parfois une cuirasse extrêmement indurée et d'extension très locale, qui semble au vu des seules observations de terrain, s'être formée par cimentation sur place de gravillons dont on reconnaît nettement les formes. La *stone-line* repose très systématiquement directement sur les horizons d'altération, dont l'épaisseur est très variable. Sur grès quartzitiques, la *stone-line* peut reposer directement sur la roche saine.

Une industrie préhistorique caractéristique : le Sangoen

L'industrie préhistorique est omniprésente le long de la route Ouesso-Liouesso. 34 coupes sur les 35 observées ont fourni du matériel lithique (LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990 ; LANFRANCHI, 1990 et à paraître). Il y a certes des zones de concentrations maximales, et d'autres où les artefacts (1) sont plus

(1) Ce terme est pris ici dans son sens archéologique d'objet ayant subi une action intentionnelle de l'homme.

sporadiques, mais il est à la limite possible de considérer les 84 km de route étudiés comme un unique gisement, bien que dans la réalité il s'agisse très certainement d'une somme de petits gisements élémentaires.

Le matériel occupe toujours la même position : il est un des constituants essentiels de la partie supérieure de la *stone-line*. Plaqué sur cette *stone-line*, il en épouse toutes les ondulations. Quelques pièces éparses et ateliers de débitage se trouvent tout à la base du recouvrement (fig. 3).

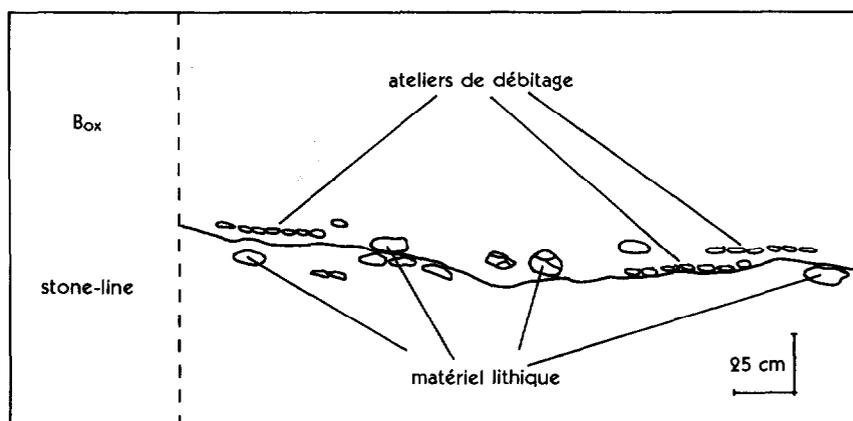


FIG. 3. – Position des industries lithiques au sommet de la *stone-line*.
Position of the lithic industries on the top of the *stone-line*.

L'industrie préhistorique a déjà été décrite de façon plus précise par ailleurs (LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990 ; LANFRANCHI, à paraître). Outre son homogénéité sur toute la zone prospectée, on retiendra que le pourcentage d'outils est faible. Une fouille de sauvetage de 9 m² a donné un pourcentage de 0,7 %, soit 31 outils pour 4 523 pièces collectées (soit 500 pièces par mètre carré) dont 4 392 éclats de débitage. Sur les 301 outils collectés au total, les pics viennent largement en tête (63,5 %) devant les racloirs (14,1 %), les pièces bifaciales et les pièces à tranchant transversal (5,3 % chacun) (fig. 4).

Ce type d'industrie est caractéristique. Il s'agit d'une industrie du *Middle Stone Age* (MSA), appelée Sangoen, connue dans une grande partie de l'Afrique sud-saharienne (BAYLE DES HERMENS, 1980 ; CLARK, 1980 ; SUTTON, 1980 ; OMI *et al.*, 1986). Le Sangoen succède à l'Acheuléen dont il semble dériver, ce qui permet d'en dater le début vers 100/70 000 B.P. La fin de cette industrie est placée vers 40 000 B.P. En effet, à Kalembo Falls (Zambie), CLARK (1969) a obtenu une série de dates ¹⁴C comprises entre 46 000 et 38 000 B.P. À la Pointe de Gombe (Kinshasa, Zaïre),

CAHEN (1976) a obtenu une datation de 43 800 B.P. Toujours à Kinshasa, trois niveaux sangoens, dont le dernier très évolué, ont été découverts dans un podzol hydromorphe (CABU, 1937 ; LANFRANCHI-SALVI, 1984 ; SCHWARTZ, 1985). Le début de la podzolisation ayant pu être daté dans ce secteur de 40 000 B.P. environ (SCHWARTZ, 1985 ; SCHWARTZ *et al.*, 1985), il s'ensuit que ces industries, contemporaines du dépôt du matériau, sont plus anciennes que cette date, celle du niveau supérieur en étant sans doute subcontemporaine.

Morphologie particulière de certains sols remaniés

La morphologie de certaines coupes est différente de celle décrite *supra*. On peut ainsi distinguer :

– Remaniement de la *stone-line* (PK 52,98). La *stone-line* est ici scindée en deux par une passée terreuse de même nature que les horizons de recouvrement. Les éléments allochtones, blocs de quartzite et de grès, pièces préhistoriques, se rencontrent aussi bien au sommet de l'horizon gravillonnaire supérieur qu'au contact entre la passée terreuse et l'horizon gravillonnaire inférieur (fig. 5). L'ensemble repose sur des galets légèrement roulés. L'industrie est homogène et analogue à celle collectée tout le long des travaux routiers. Elle est donc contemporaine ici d'un remaniement de la *stone-line*.

– Coupes à plusieurs niveaux de *stone-lines*. Le cas le plus exemplaire est celui de la carrière de Mokeko (fig. 1 et 6). Le front de taille, long d'une centaine de mètres, varie de 6 à 10 m de haut. La base montre les quartzites exploités pour la construction de la route. Un fin liseré jaunâtre de roches altérées

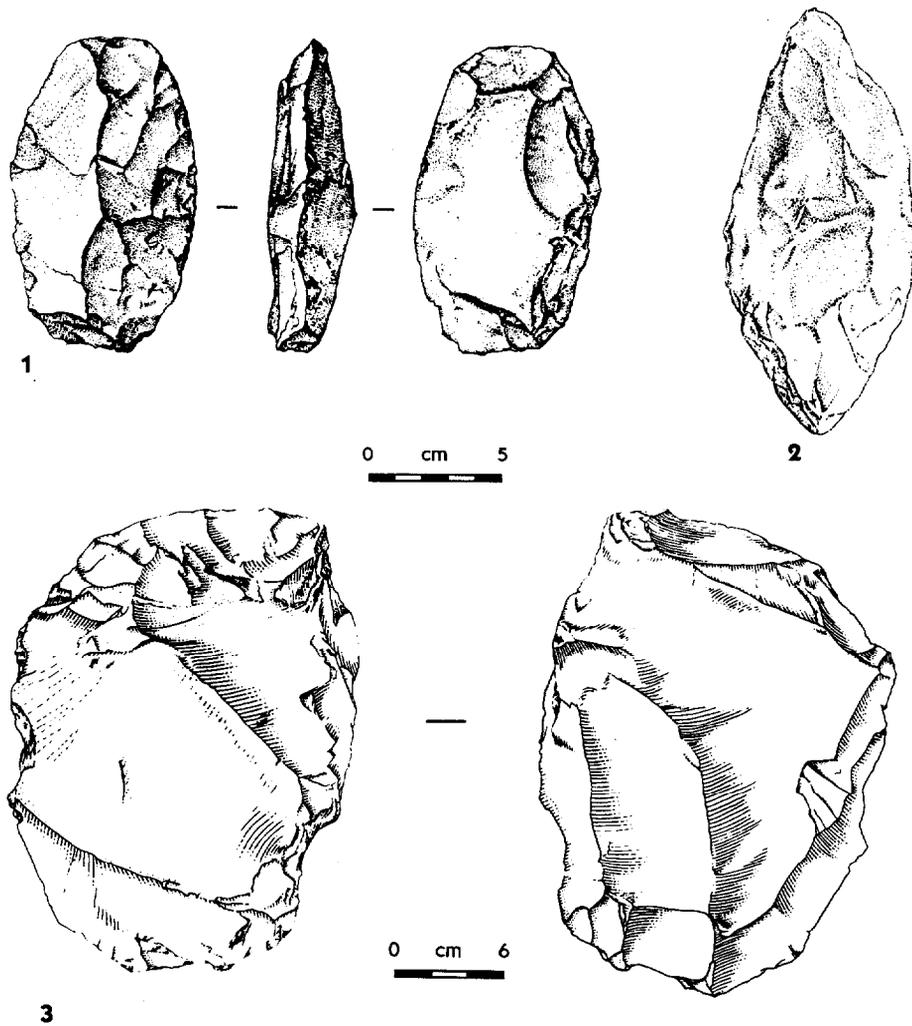


FIG. 4. – Exemples de matériel lithique sangoen. 1 : pièce bifaciale (Ouesso) ; 2 : pic (Mayombe) ; 3 : gros éclat nucleus (Ouesso) (d'après LANFRANCHI, 1990).

Examples of sangoan lithic industry. 1 : bifacial tool (Ouesso) ; 2 : pick (Mayombe) ; 3 : nucleus-flake (Ouesso) (after LANFRANCHI, 1990).

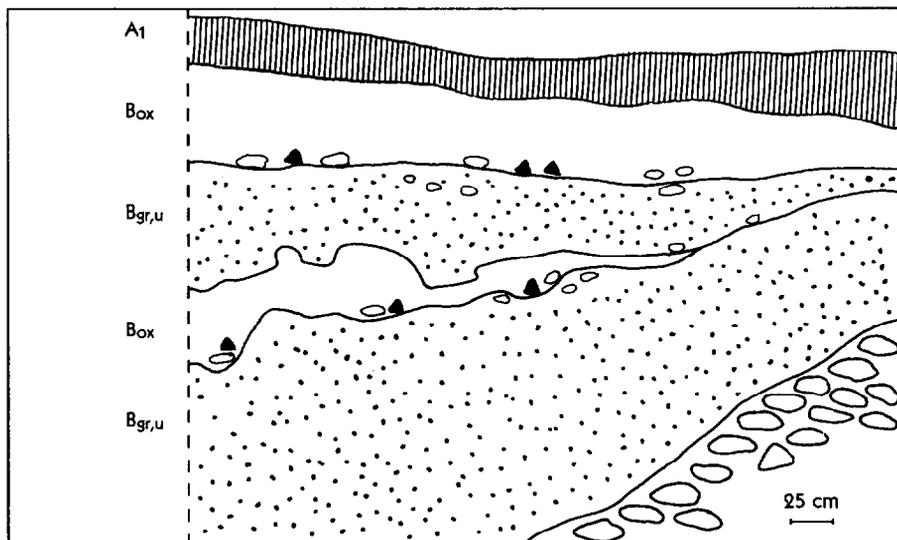


FIG. 5. – Stone-line remaniée, dédoublée (d'après LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990).
Stone-line splitted in two parts (after LANFRANCHI and SCHWARTZ, 1990).

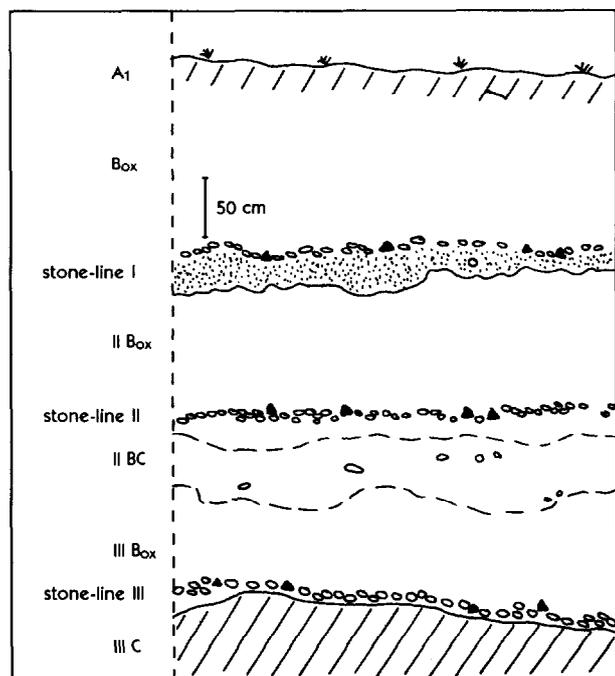


FIG. 6. – Profil complexe à 3 niveaux de *stone-lines* (carrière de Mokeko) (d'après LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990).

Complex soil profile with 3 *stone-lines* (stone quarry of Mokeko) (after LANFRANCHI and SCHWARTZ, 1990).

sépare les quartzites sains d'une première *stone-line* qui comprend surtout du matériel lithique volumineux, éclats et quelques pics d'aspects frais. Le reste des éléments est composé de quartzite. On peut suivre cette *stone-line*, épaisse de 20 à 25 cm sur presque toute la longueur de la coupe. Au-dessus, on rencontre 80 à 150 cm d'un niveau argileux rouge, homogène, puis un niveau dont la base est ondulée, épais de 50 à 80 cm, comprenant en son sein quelques blocs de roches saines, mais surtout des roches altérées. Ce niveau est lui-même surmonté par 1,5 à 2 m de terre argileuse, comprenant une *stone-line* intercalée. La partie supérieure de ce niveau argileux est recouverte par une troisième *stone-line*, épaisse de 40 cm. Celle-ci est composée essentiellement de galets alluviaux roulés, dont la granulométrie augmente de la base vers le sommet; des éléments de dimension décimétrique coiffent le tout: il s'agit de pièces préhistoriques peu ou pas roulées, analogues à celles des précédentes *stone-lines*, de blocs anguleux de quartzite et de grès quartzite. Enfin, 1 à 2 m de recouvrement conduisent à la surface du sol. Les trois *stone-lines* se rejoignent vers la partie amont de la carrière. Cette coupe est intéressante à plus d'un titre.

Elle présente de bas en haut la même industrie. Son épaisseur, supérieure à 7 m, pose le problème de l'ampleur des recouvrements, mais aussi de leur discontinuité.

– *Stone-line* sur terrasse alluviale (PK 48,94). La partie supérieure du profil reste identique au profil modal jusqu'à la base de la *stone-line*, mais celle-ci repose sur un lit de cailloutis et de galets fluviaux en général peu altérés. Ce type de profil, en tout état de cause rare, se rencontre plutôt à mi-pente mais aussi, exceptionnellement, au sommet de la petite colline du relais hertzien de Ouessou (PK 48,94). Ces terrasses surplombent le niveau de base actuel de 10-15 m, parfois plus. Elles dénotent un enfoncement général du niveau de base dans cette région à une époque ancienne indéterminée, et s'opposent à des terrasses maluekiennes plus récentes, situées 1 à 2 m au-dessus du cours des rivières, formées d'éléments sableux associés à des galets roulés de quartzite sain, avec parfois des pièces préhistoriques fraîches ou roulées. Si l'on considère que, depuis le Maluekien, les niveaux de base de se sont enfoncés de 1 à 2 m, on conçoit que les quelques lambeaux de terrasse découverts à 10-15 m, voire près de 30 m (colline du relais hertzien) au-dessus du niveau de base actuel, sont très anciens, de toute évidence antéwürmiens.

– Épaississement du recouvrement. Localement, le recouvrement peut atteindre l'épaisseur considérable de 12 m.

UN MODÈLE DE MISE EN PLACE DES SOLS REMANIÉS DE LA SANGHA

La *stone-line*, ancienne surface de sol

Parmi différentes observations, la présence de matériel préhistorique au sommet des *stone-lines* constitue une preuve que celle-ci a été, à un moment au moins de son histoire, une surface de sol.

On pourrait, à l'extrême limite, admettre que des remontées de terre fine par voie biologique aient contribué à enfouir de pièces éparses, bien que cette hypothèse n'apporte aucune explication au fait que le recouvrement soit entièrement dépourvu, sauf tout à la base, de matériel lithique, et qu'elle ne soit guère recevable lorsque le recouvrement atteint 12 m d'épaisseur: LÉVÊQUE (1969 et *comm. pers.*) admet ainsi que le colluvionnement est probable lorsque l'épaisseur du recouvrement dépasse 4-5 m. Mais dans le cas d'ateliers de débitage, parfaitement en place, parfois superposés et alors séparés les uns des autres par une simple épaisseur de quelques centimètres de terre fine, cette explication ne peut plus s'appliquer. Comment admettre en effet que ces structures, et ceci particulièrement dans le cas des superpositions, aient

pu être respectées en cas de remontées de matériau sous-jacent et/ou intercalaire par les termites. On devrait au contraire observer dans ce cas de nombreuses perturbations, des mélanges d'ateliers différents. On notera que l'hypothèse d'une descente des éléments grossiers sous l'effet de leur propre poids se heurte aux mêmes objections.

La fouille de 9 m² effectuée à Mokeko est à cet égard parfaitement démonstrative (LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990 ; LANFRANCHI, à paraître). La surface de la *stone-line* a pu être observée ici non seulement en coupe, mais en plan sur près de 12 m² en comptant les carrés de fouille ainsi que les bords du site. On reconnaît l'ordonnance d'un gisement préhistorique absolument non perturbé, avec des zones de concentration maximale du matériel lithique, correspondant à des aires de débitage, séparées les unes des autres par des zones plus pauvres. Le doute n'est pas permis : nous sommes en présence d'une ancienne surface de sol, correspondant à un pavage d'érosion. Ce fait ne préjuge en rien de l'origine des matériaux qui composent la *stone-line*, en particulier les gravillons ferrugineux. S'il est vraisemblable qu'une partie d'entre eux soit héritée d'épisodes antérieurs, rien n'empêche que d'autres se soient formés sur place, d'autant plus que l'on peut parfois observer le passage des gravillons à une cuirasse fortement indurée. Cependant, même dans ce cas, les gravillons auront été remaniés, très localement certes, lors de la formation du pavage d'érosion. La coupe décrite figure 5 en constitue une preuve. L'existence au sommet de la *stone-line* d'indentations, plus profondes que larges et évoquant des ravineaux en section transversale, pourrait également plaider en ce sens.

Origine du matériau de recouvrement

Que la *stone-line* ait été une surface de sol, un pavage d'érosion, implique l'existence de remaniements latéraux. D'autres faits vont dans le même sens. Ainsi, l'épaisseur qu'atteint localement le recouvrement. Même des auteurs qui estiment que ce niveau est dû à l'action des termites admettent que le seul travail de ces insectes sociaux ne suffit pas pour expliquer les remaniements importants. Ainsi, LÉVÊQUE (1969 et *comm. pers.*), déjà cité, estime que le colluvionnement est probable lorsque l'épaisseur du recouvrement dépasse 4-5 m. Plus probante est l'existence de *stone-lines* superposées, telles celles de la carrière de Mokeko (fig. 6). Seul le transport latéral des matériaux fin et grossier peut expliquer ce cas précis d'une *stone-line* se scindant pour aboutir à trois *stone-lines* superposées sur 10 m d'épaisseur. Il reste toutefois à préciser quel mode de transport a abouti à cette morphologie : le colluvionnement est probable pour le matériau fin et les deux *stone-lines* inférieures, l'allu-

vionnement est certain pour la *stone-line* supérieure composée en grande partie de matériau roulé.

Démontrer l'existence de remaniements latéraux est donc chose aisée. Peut-on pour autant admettre qu'ils soient responsables de tout le processus de recouvrement ? Il convient à cet effet de s'interroger en premier lieu sur l'amplitude des colluvionnements. S'agit-il d'une somme de petits mouvements, ayant affecté chacun des versants actuels, ou bien d'un phénomène plus général, qui se serait produit avant la formation des reliefs élémentaires actuels, avec une alimentation à partir des collines plus hautes situées à quelques kilomètres à l'ouest de la route ?

Des schémas théoriques, tels celui de « l'inversion des matériaux » (SEGALEN, 1969), qui est le type même des modèles conçus pour une échelle plus vaste que celle des versants actuels, ou encore comme ceux de la pédiplanation (FÖLSTER, 1969 ; ROHDENBURG, 1969 et 1982), qui peuvent s'appliquer à des reliefs plus restreints ne semblent pas valables ici. Remarquons tout d'abord, avec LÉVÊQUE (1969), qu'il est difficile de concevoir que les reliefs résiduels secondaires, formés à partir d'un relief primaire aient pu conserver en totalité le recouvrement de celui-ci, sans perte par érosion et/ou dissolution lors du refaçonnage du modelé. De plus, la région considérée ici témoigne d'une remarquable stabilité depuis le Maluekien. Les terrasses de cette période, reconnaissables au fait qu'elles contiennent à la fois de l'industrie préhistorique sangoenne pour partie roulée, usée par les eaux, et pour partie fraîche, ne surplombent les thalwegs actuels que d'un à deux mètres. Ceci signifie que c'est donc bien dans le cadre géomorphologique actuel, celui de ces versants résiduels secondaires, qu'il faut rechercher l'origine de la formation des *stone-lines* et du matériau qui les recouvre, celui-ci étant bien évidemment postérieur, ou au mieux contemporain de celles-là.

Il apparaît ainsi clairement que les transports de matériaux se sont effectués le long des versants actuels, ou tout au moins de formes qui leur étaient proches. De tels phénomènes ont été mis en évidence, par exemple au Cameroun, sur des pentes pouvant avoisiner les 40 % (EMBRECHTS et DE DAPPER, 1990). On se retrouve alors confronté à un autre problème, maintes fois signalé (VOGT et VINCENT, 1966 ; SEGALEN, 1969 ; DE PLOEY, 1964 ; STOOPS, 1967, etc.) : d'où provient le matériau qui recouvre les sommets de colline ? Cette remarque se fonde sur l'impossibilité physique d'alimenter le recouvrement par du matériau provenant de reliefs plus élevés que les collines concernées, mais séparés d'elles par des thalwegs profonds, et ce depuis le Maluekien. Elle est ici, dans cette région de la Sangha, d'autant plus justifiée que

c'est précisément en sommet de colline que le recouvrement est le plus épais.

Force est alors d'admettre, comme de nombreux auteurs, l'intervention de la faune du sol, qui remonterait des matériaux fins des horizons profonds. Toutefois, si on admet l'intervention de la mésofaune « au moins pour les parties hautes des paysages » (VOGT et VINCENT, 1966 ; DE PLOEY, 1964 ; STOOPS, 1967), il n'y a aucune raison de penser que cette action ne se soit pas étendue à l'ensemble des versants. Il y a certes des séquences d'édifices termitiques le long des versants, fonctions de l'écologie et des conditions édaphiques propres à chaque espèce (granulométrie du matériau-sol, humidité, teneur en matière organique, etc.), mais les observations de terrain et des arguments minéralogiques et granulométriques ont montré en différents endroits, notamment au Togo (LÉVÊQUE, 1969), que l'action des termites constructeurs de grandes termitières épigées ne se restreignait pas aux sommets de pente.

De proche en proche, il semble ainsi que la formation du recouvrement des *stone-lines* de la Sangha occidentale procède d'un double phénomène, combinant transports latéraux de matière et remontées par voie biologique. Il est vraisemblable que le processus primaire consiste en une remontée de matériau fin provenant des horizons profonds du sol par les termites, et que ce matériau a été dispersé, étalé par le colluvionnement au fur et à mesure de sa remontée. Il faut toutefois être conscient que cette hypothèse repose plus sur le bon sens (élimination des autres hypothèses par impossibilités physiques d'un déroulement différent des événements) que sur une réelle démonstration scientifique. Mais en l'occurrence, il faut bien admettre que les conclusions émises dans ce domaine sur la base de mesures précises, comme les analyses granulométriques, ou la minéralogie, peuvent souvent être retournées dans un sens ou l'autre. Les analyses critiques de LAPORTE (1962), VOGT et VINCENT (1966) ou RQUIER (1969) sont là pour le prouver.

La *stone-line*, succession de pavages d'érosion ?

Une question souvent posée est celle de savoir si, après sa formation, un sol remanié a pu être à nouveau décapé par l'érosion jusqu'à la *stone-line*, autrement dit, si plusieurs cycles « pavages d'érosion-recouvrement » ont pu se succéder, faisant de la *stone-line* une formation susceptible de receler à sa surface des éléments correspondants à plusieurs phases climatiques sèches successives.

Ceci est fortement vraisemblable. D'une part, les *stone-lines* incorporent souvent des éléments très anciens : galets provenant d'anciennes terrasses, blocs de cuirasse provenant de reliefs démantelés ; mais il

n'est pas toujours facile de savoir si ces éléments proviennent en fait d'anciennes *stone-lines*, remises au jour et remaniées, ou de la destruction directe des reliefs, et cela d'autant plus qu'à ces phénomènes a pu s'ajouter l'incorporation à la *stone-line*, soit lors de sa formation, soit lors d'un éventuel remaniement, de divers blocs « erratiques », isolés, et hérités d'épisodes très anciens.

Une observation est à relever ici : en différents lieux du Congo, des *stone-lines* sont remises au jour lorsque les conditions écologiques le permettent. Ainsi, dans les savanes climatiques du Niari, ou dans les savanes incluses du Mayombe (LANFRANCHI et SCHWARTZ, à paraître ; SCHWARTZ *et al.*, 1990). Il n'y a aucune raison pour que dans le passé de telles situations ne se soient pas produites. Il ne semble toutefois pas que la *stone-line* ait été entièrement décapée lors des périodes sèches postérieures au Maluekien : dans ce dernier cas, on devrait en effet observer de l'industrie préhistorique plus récente que le Sangoen au sommet des *stone-lines*, ce qui n'est jamais le cas ici, et semble bien être une règle assez générale au Congo ou au Zaïre. Nous reviendrons plus longuement sur ce point dans la conclusion de cet article.

Pour ce qui est des épisodes antérieurs au Maluekien, il faut noter que nous ne disposons malheureusement d'aucun marqueur archéologique. L'Acheuléen, industrie dont dérive le Sangoen, et les industries pré-acheuléennes sont absents du Congo, comme d'ailleurs, semble-t-il, d'une bonne partie de la zone forestière équatoriale. Cette absence d'industrie pré-sangoenne dans les *stone-lines* ne signifie donc pas que les *stone-lines* n'ont pas pu être nourries par des formations antérieures, mais nous prive d'un marqueur particulièrement précieux. Quelques indices plaident cependant en faveur d'un nourrissage de la *stone-line* du Maluekien par des *stone-lines* antérieures, la coupe observée au PK 48,94 notamment. Nous sommes en sommet de colline, et la *stone-line* est ici séparée des horizons d'altération par une épaisseur métrique de terrasse alluviale à galets de quelques centimètres de diamètre. Les horizons d'altération n'ont pu de ce fait nourrir la *stone-line*. D'où viendrait alors le matériau qui la compose, sinon du démantèlement d'une formation antérieure ? Le problème est le même lorsqu'on rencontre en sommet de colline du matériel allochtone d'origine non anthropique. Il n'est d'autre part pas impossible qu'une partie des artefacts attribués au Sangoen soient en fait à rattacher à des industries plus anciennes. Cela pourrait être le cas notamment de certains des galets aménagés. Mais l'occupation de cette partie de l'Afrique par l'homme avant le Maluekien est encore trop mal connue pour qu'une industrie quelconque puisse servir de marqueur.

Un modèle de mise en place des sols

À partir des observations rapportées ici, il est possible d'élaborer un modèle de mise en place des sols remaniés de la Sangha.

Dans cette région de Ouesso-Liousso, les épisodes paléoclimatiques anciens n'ont laissé que peu de traces identifiables et insérables dans une chronologie. Le plus ancien que l'on puisse aisément cerner est le Maluekien (70 000 ?-40 000 B.P.), grâce à la présence des industries préhistoriques sangoennes. Celles-ci sont généralement datées de 100/70 000 B.P. à 40 000/38 000 B.P., débordant donc légèrement du cadre du Maluekien. Cependant, la formation d'un pavage d'érosion nécessite un climat relativement sec, favorable à une végétation ouverte, et il est donc possible d'attribuer à cette période du Maluekien la formation ou le remodelage de la *stone-line*.

L'aspect frais de l'industrie sangoenne, le respect de la structure des ateliers de taille, l'absence de toute industrie plus récente au sommet des *stone-lines*, la superposition locale de plusieurs *stone-lines* et recouvrements indiquent que la formation du recouvrement a suivi de peu celles de la *stone-line*. Ce recouvrement se serait formé sous l'action conjuguée et plus ou moins simultanée des remaniements biologiques et des transports latéraux de matériaux à l'échelle du versant. À cet égard, une période paraît très favorable : la transition Maluekien-Njilien. Cette transition correspond en effet au passage d'un épisode à tendance sèche à un épisode à tendance plus humide. Pendant ce laps de temps, les précipitations, plus abondantes, tombent sur un sol encore peu protégé de l'érosion par la végétation. Ce qui n'est ici qu'une hypothèse vraisemblable a pu être formellement démontré dans des enregistrements marins pour une période plus récente : GIRESE *et al.* (1982) notent en effet un maximum de sédimentation au large du Congo vers 12 000 B.P., c'est-à-dire pendant la transition entre un épisode sec, le Léopoldvillien, et un épisode humide, le Kibangien. Par contre, la transition Maluekien-Njilien ne sembla pas avoir laissé de traces importantes dans la sédimentation marine (GIRESE, *comm. pers.*). Mais il est vrai que le contraste entre ces deux épisodes a été nettement moins fort qu'entre le Léopoldvillien et le Kibangien. On peut toutefois se demander si la durée d'une telle transition, 1 à 2 millénaires au plus, est suffisante pour aboutir à la formation de recouvrements aussi épais. Il est vraisemblable que la formation du recouvrement a commencé dès le Maluekien, ce que suggèrent d'ailleurs fortement les superpositions locales de *stone-lines*. Il n'est pas impossible qu'elle se soit poursuivie au Njilien, encore qu'un couvert forestier ne soit pas favorable à des transports latéraux de matière ; dans ce

dernier cas, il faudrait admettre que ce sont les remaniements biologiques qui ont été prédominants.

Il ne semble pas que le recouvrement ait été entièrement décapé par l'érosion lors de la période du Léopoldvillien (30 000-12 000 B.P.), qui a suivi le Njilien. Tout au moins, l'absence complète d'industries postérieures au Sangoen au sommet des *stone-lines* nous incite à formuler cette hypothèse. Il demeure toutefois probable que des remaniements se soient produits pendant cette période, et il n'est pas impossible qu'une partie au moins des variations d'épaisseur du recouvrement date de cette époque, dont le caractère sec est bien connu. Dans la région, l'occurrence de savanes ou de forêts claires peut être déduite de l'existence de très abondantes termitières en dômes de *Macrotermes bellicosus* (anciennement : *Bellicositermes rex*), fossilisées, effondrées sur elles-mêmes, qui semblent pouvoir être rapportées à la fin de cette période (LANFRANCHI et SCHWARTZ, 1990), et constituent une preuve de l'existence de remaniements biologiques à cette époque. Très abondantes localement dans cette région de Ouesso (5-10 termitières/ha sur plusieurs milliers d'hectares), de taille imposante (hauteur : 2-4 m ; diamètre : 7-15 m), elles ont également été observées plus à l'ouest vers Sembe (GUILLOT, 1981-82), ou plus au nord en RCA (BOULVERT, 1983) ou au Cameroun (KADOMURA, 1984), toujours en zone forestière. Si elles sont la preuve de l'existence de climats plus secs par le passé, elles démontrent également que les paysages forestiers actuels de la Sangha sont à attribuer à une reconquête forestière récente, Holocène, reconquête d'ailleurs active plus au nord comme le signalent LETOUZEY (1985) ou BOULVERT (1990).

À ces phénomènes mécaniques se sont sans aucun doute rajoutés des processus pédogénétiques, dissolution notamment, qui ont contribué à approfondir la *stone-line* par sa base comme le souligne COLLINET (1969). Ces processus ont sans doute également contribué à la festonner (SEGALIN, 1969), encore qu'il n'est pas impossible qu'une partie du festonnement se soit produite par érosion (cf. *supra*) du pavage superficiel, avant son recouvrement. On peut toutefois s'interroger sur l'ampleur des processus pédogénétiques à l'échelle de temps mise en évidence (voir la deuxième partie de cet article, LANFRANCHI et SCHWARTZ, à paraître).

CONCLUSIONS

S'il est relativement aisé de proposer, à partir de nos observations de terrain, les grandes lignes d'un modèle de mise en place des sols, il est nettement plus hypothétique de rentrer dans les détails, difficulté rencontrée auparavant par la quasi-totalité des cher-

cheurs ayant travaillé dans ce domaine. Le modèle que nous proposons ici est très proche de celui élaboré par DE PLOEY (1964 et 1965) ou STOOPS (1967) : formation d'une *stone-line* par pavage d'érosion ; formation du recouvrement par action conjuguée des remontées biologiques et des transports latéraux, de proche en proche, le long des versants à l'échelle du modèle élémentaire. Nos observations diffèrent cependant de celles de ces auteurs sur quelques points.

Si STOOPS et DE PLOEY notent la présence d'industries préhistoriques et s'en servent comme marqueurs chronologiques, leurs arguments essentiels pour affirmer que la *stone-line* a été une surface de sol sont d'ordre géomorphologique et géologique. On notera à ce sujet que certains des arguments employés, comme la « patine désertique » des concrétions ferrugineuses de la *stone-line* (STOOPS, 1967) ne peuvent plus être retenus : cette patine se rencontre également sur les concrétions formés dans les horizons d'altération, à l'autochtonie certaine (LÉVÊQUE, 1969). Le fait que les concrétions soient bien individualisées, qu'elles ne soient jamais soudées à la surface des cailloux ou graviers de la nappe de gravats est à l'inverse un argument qui demeure valable. Pour notre part, l'essentiel des arguments que nous avons utilisés tient en l'existence de *stone-lines* superposées, et surtout en l'analyse de sites préhistoriques. Il est vrai que nous avons eu la chance de pouvoir observer des gisements indubitablement en place, ce qui n'était pas le cas des auteurs précédents. Les observations les plus complètes de DE PLOEY (1964, 1965) concernent les sols sableux du Stanley Pool, région à l'histoire très complexe, où il est notoire que les industries sont remaniées, souvent mélangées les unes aux autres (LANFRANCHI-SALVI, 1984), en raison de remaniements de sols fréquents, mais obéissant à d'autres mécanismes (SCHWARTZ et LANFRANCHI, 1990 et *à paraître*). Dans les autres régions étudiées par DE PLOEY (*ibid.*), par STOOPS ou par nous-mêmes (LANFRANCHI et SCHWARTZ, *à paraître*), le matériel lithique est le plus souvent épars. L'important est cependant de remarquer que des conclusions identiques ont été formulées à l'aide d'observations et d'arguments très différents, ce qui ne peut que renforcer les conclusions qui en ont été déduites.

La différence essentielle entre les conclusions de ces auteurs et les nôtres réside dans l'interprétation de la chronologie. Si DE PLOEY (1964) affirme que « la genèse des recouvrements [n'est pas] totalement indépendante de celle des *stone-lines* », la chronologie qu'il propose aboutit dans les faits à dissocier totalement les deux phénomènes. En effet, bien qu'il rapporte l'ensemble au Léopoldvillien, cet auteur estime que la genèse des *stone-lines* s'est effectuée avant 30 000 B.P. (et vraisemblablement entre 50 000 et

30 000 B.P. : DE PLOEY, 1965), et celle des recouvrements après 10 000 B.P., ce qui est également l'avis de STOOPS (1967). Plusieurs points sont à discuter ici. Tout d'abord, la notion de Léopoldvillien a bien évolué. Dans un premier travail, DE PLOEY (1963) estime que cette période a duré jusque vers 6 000 B.P., dans un autre (DE PLOEY et VAN MOORSEL, 1966), que la base de cette période serait datée de 80 000 B.P. Actuellement, on retient les limites de 30 000 et 12 000 B.P. Ainsi s'explique l'attribution à cette période d'événements géologiques, géomorphologiques, pédologiques ou encore archéologiques plus anciens ou plus récents. D'autre part, DE PLOEY effectue un strict parallèle chronologique entre l'histoire des remaniements des matériaux sableux du Stanley Pool et celle des matériaux argileux ou sablo-argileux à *stone-line stricto sensu*, alors que nos propres observations ont montré que processus et chronologie étaient différents (SCHWARTZ et LANFRANCHI, 1990 et *à paraître*).

Si l'on ne retient que les observations effectuées sur ce dernier type de matériau, on notera que DE PLOEY (1964 et 1965) et STOOPS (1967), ont toujours trouvé des industries du *Late Stone Age* (LSA), lupembiennes et tshitoliennes, au sein des recouvrements et jamais à leur base. De plus, il n'est pas inutile de préciser ici que ces industries lupembiennes (35/30 000 à 14/12 000 B.P.) ou tshitoliennes (14/12 000 à 2 500/2 000 B.P.) ne présentent jamais le caractère de présence systématique des industries sangoennes, mais ne se rencontrent que plus ponctuellement. Nos observations dans la Sangha, ou dans le Mayombe (LANFRANCHI et SCHWARTZ, *à paraître*) sont identiques : on ne rencontre pas dans les *stone-lines* d'industries plus récentes que le Sangoen. Ce point est capital : si le recouvrement s'était formé *post* 10 000 B.P., on devrait trouver au sommet des *stone-lines* des industries lupembiennes ou encore du tshitolien ancien (14/120 000 à 9/8 000 B.P. environ). Ceci démontre *a contrario* que la genèse du recouvrement a commencé bien avant la date de 10 000 B.P. Il nous paraît même probable que la totalité du recouvrement se soit formé précocement. L'incorporation de matériel lithique LSA dans ce recouvrement serait alors dû à des remaniements locaux lors d'épisodes climatiques secs ultérieurs, ainsi que le suggèrent des observations dont nous discuterons dans la deuxième partie de cet article (LANFRANCHI et SCHWARTZ, *à paraître*).

Si nous nous différencions donc peu de DE PLOEY et de STOOPS en ce qui concerne les mécanismes de mise en place des sols remaniés, nos interprétations sont relativement différentes en ce qui concerne la chronologie des faits, plus particulièrement celle du recouvrement. Notre modèle ne s'oppose cependant pas aux

observations faites par ces auteurs, mais à leur interprétation. L'explication en est simple, elle tient au fait que 25 ans séparent les deux séries d'observation, et que pendant ce laps de temps, la connaissance du Quaternaire supérieur et de sa chronologie en Afrique centrale a considérablement progressé.

Un point demeure en suspens : les corrélations possibles entre les faits rapportés ici et les dépôts de sédiments marins, terrigènes ou biogènes, pendant les mêmes périodes. Il semble que les différences entre Maluekien et Njilien soient difficiles à cerner au niveau marin (GIRESSE, *comm. pers.*). Au stade actuel de nos connaissances, il est difficile d'en donner une interprétation. On peut toutefois s'interroger sur les différences climatiques qui ont pu régner entre ces deux périodes. Elles n'ont pas été forcément très importantes dans l'absolu. Le Congo actuel nous en

offre des exemples : avec 1 050 à 1 150 mm de précipitations par an, nous sommes en plein dans la vallée du Niari, dans un milieu de savanes climatiques intensément érodées. Avec 1 250-1 350 mm par an, nous sommes dans des régions comme Pointe Noire ou Brazzaville, certes savaniques, mais dont le climax est indubitablement forestier d'après diverses observations, voire dans des régions typiquement forestières comme Les Saras ou Mvouti dans le Mayombe. Il semble y avoir vers 1 200 mm un seuil, de part et d'autre duquel une variation de 100 à 200 mm par an en moyenne suffit à faire pencher la balance en faveur de la savane ou de la forêt, en faveur de l'érosion et des remaniements, ou de la conservation des matériaux. Il reste alors à savoir dans quelle mesure de telles variations climatiques sont perceptibles au niveau marin.

BIBLIOGRAPHIE

- ASECNA, 1964. – Aperçu sur le climat du Congo. Asecna, Brazzaville, 23 p.
- Atlas du Congo, 1969. – Orstom et ministère de la Coopération, Paris.
- AUBERT (G.) et SEGALIN (P.), 1966. – Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, IV, 4 : 97-112.
- BAYLE DES HERMENS (R.), 1980. – Préhistoire de l'Afrique centrale. Partie 1. In : *Histoire générale de l'Afrique*. Unesco/Jeune Afrique, Paris, vol. 1 : 561-580.
- BOCQUIER (G.), MULLER (J.-P.) et BOULANGE (B.), 1984. – Les latérites. Connaissances et perspectives actuelles sur les mécanismes de leur différenciation. In : *Livre Jubilaire du Cinquantenaire*, Afes, Plaisir, France : 123-138.
- BOULVERT (Y.), 1983. – Carte pédologique de la République centrafricaine à 1/1.000.000. *Notice explicative* n° 100, Orstom, Paris, 125 p.
- BOULVERT (Y.), 1990. – Avancée ou recul de la forêt centrafricaine. Changements climatiques, influence de l'homme et notamment des feux. In : R. LANFRANCHI et D. SCHWARTZ (éds.), *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. Orstom. Paris, collect. *Didactiques* : 353-366.
- CABU (F.), 1937. – La préhistoire congolaise, Ph. D. Thesis, université de Liège.
- CAHEN (D.), 1976. – Nouvelles fouilles à la pointe de Gombe (ex Pointe de Kalina), Kinshasa, Zaïre. *L'Anthropologie*, 80 : 573-602.
- CLARK (J.G.D.), 1969. – Kalambo Falls prehistoric site. Cambridge Univ. Press, vol. 1, 253 p.
- CLARK (J.D.), 1980. – Préhistoire de l'Afrique australe. In : *Histoire générale de l'Afrique*. Unesco/Jeune Afrique, Paris, vol. 1, p. 525-559.
- COLLINET (J.), 1969. – Contribution à l'étude des stone-lines dans la région du Moyen Ogooué (Gabon). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, VII, 1 : 3-42.
- DE PLOEY (J.), 1963. – Quelques indices sur l'évolution morphologique et paléoclimatique des environs du Stanley Pool (Congo). *Studia Univ. Lovanium* n° 17, univ. Kinshasa, 16 p.
- DE PLOEY (J.), 1964. – Nappes de gravats et couvertures argilo-sableuses au Bas-Congo ; leur genèse et l'action des termites. In : A. BOUILLON (éd.), *Études sur les termites africains*, univ. Kinshasa et Masson, Paris, p. 399-414.
- DE PLOEY (J.), 1965. – Position géomorphologique, genèse et chronologie de certains dépôts superficiels au Congo occidental. *Quaternaria*, 7 : 131-154.
- DE PLOEY (J.), 1969. – Report on the Quaternary of the Western Congo. *Palaeocol. Africa*, 4 : 65-68.
- Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XXVI, n° 1, 1991 : 11-24

- DE PLOEY (J.) et VAN MOORSEL (H.), 1963. – Contribution à la connaissance chronologique et paléogéographique des gisements préhistoriques des environs de Léopoldville (Congo). *Studia Univ. Lovanium* n° 19, univ. Kinshasa, 19 p.
- DE PLOEY (J.) et VAN MOORSEL (H.), 1966. – Chronologie préhistorique des environs de Léopoldville. Actes V° Cong. Panafr. Préhist. et Étude Quatern., Tenerife, p. 219-224.
- EMBRECHTS (J.) et DE DAPPER (M.), 1990. – Morphologie, genèse et sédimentologie des pédiments de versant de la région du Mont Fébé (Cameroun méridional). In : R. LANFRANCHI et D. SCHWARTZ (éd.), *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. Orstom, Paris, collect. *Didactiques* : 138-154.
- FÖLSTER (H.), 1969. – Slope development in S.W.-Nigeria during the Late Pleistocene and Holocene. *Göttinger Bodenkundliche Berichte*, 10 : 3-56.
- GIRESE (P.), 1978. – Le contrôle climatique de la sédimentation marine et continentale en Afrique centrale atlantique à la fin du Quaternaire. Problèmes de corrélations. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 23 : 57-77.
- GIRESE (P.), BONGO-PASSI (G.), DELIBRIAS (G.) et DUPLESSY (J.-C.), 1982. – La lithostratigraphie des sédiments hémipélagiques du delta profond du fleuve Congo et ses indications sur les paléoclimats de la fin du Quaternaire. *Bull. Soc. Géol. France*, 7, XXIV, 4 : 803-815.
- GIRESE (P.) et LANFRANCHI (R.), 1984. – Les climats et les océans de la région congolaise pendant l'Holocène. Bilans selon les échelles et les méthodes de l'observation. *Palaeoecol. Africa*, 16 : 77-88.
- GIRESE (P.), LANFRANCHI (R.) et PEYROT (B.), 1981. – Les terrasses alluviales en République populaire du Congo. *Bull. Aequa* : 43-66.
- GRAS (F.), 1970. – Surfaces d'aplanissement et remaniement des sols sur la bordure orientale du Mayombe. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, VIII, 3 : 274-294.
- GUILLOT (B.), 1981-82. – Rendements de la cacaoculture et formations végétales. Essai d'écologie pratique des forêts de la Sangha (Congo) et du sud-est du Cameroun. *Cah. Orstom, sér. Sci. Hum.*, XVIII, 1 : 63-106.
- HEINZELIN (J. de), 1952. – Sols, paléosols et désertification ancienne dans le secteur nord-oriental du Bassin du Congo. Ineac, Bruxelles, 168 p.
- HEINZELIN (J. de), 1955. – Observations sur la genèse des nappes de gravats. Ineac, Bruxelles, sér. *Scient.*, 64, 37 p.
- KADOMURA (H.), 1984. – Problems of past and recent environmental changes in the humid areas of Cameroon. In : H. KADOMURA (éd.), *Natural and Man-Induced environmental Changes in Tropical Africa : case studies in Cameroon and Kenya*. A preliminary report of the Tropical African Geomorphology and Late-Quaternary Palaeoenvironments Research project 1982/83. Hokkaido Univ., Sapporo, p. 7-20.
- LANFRANCHI (R.), 1990. – Les industries préhistoriques en République populaire du Congo et leur contexte paléogéographique. In : R. LANFRANCHI et D. SCHWARTZ (éd.), *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. Orstom, Paris, collect. *Didactiques* : 406-423.
- LANFRANCHI (R.), à paraître. – La préhistoire de l'Afrique centrale occidentale. Hommes et milieux. Thèse Doct. Lettres, en préparation.
- LANFRANCHI (R.) et SCHWARTZ (D.), 1990. – Évolution des paysages de la Sangha (R.P. du Congo) au Pléistocène supérieur. Bilan des observations archéologiques, géomorphologiques, pédologiques et paléobiologiques. In : R. LANFRANCHI et D. SCHWARTZ (éd.), *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. Orstom, Paris, collect. *Didactiques* : 248-259.
- LANFRANCHI (R.) et SCHWARTZ (D.), à paraître. – Les remaniements de sols pendant le Quaternaire supérieur au Congo. II. Évolution des paysages du Mayombe. Pour : *Cah. Orstom, sér. Pédol.*
- LANFRANCHI-SALVI (C.), 1984. – Étude des gisements préhistoriques de Brazzaville et Kinshasa (R.P. du Congo et R.D. du Zaïre). Thèse 3° cycle, univ. Paris I, 246 p.
- LAPORTE (G.), 1962. – Reconnaissance pédologique le long de la voie ferrée Comilog. IRSC (Orstom), Brazzaville, 246 p.
- LETOUZEY (R.), 1985. – Notice de la carte phytogéographique du Cameroun à 1/1.500.000. Inst. Cart. Intern. Toulouse, 6 feuillets et 240 p.
- LÉVÊQUE (A.), 1969. – Le problème des sols à nappe de gravats. Observations et réflexions préliminaires sur le socle granito-gneissique au Togo. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, VII, 1 : 43-69.
- MARCHESSEAU (J.), 1965. – Études minéralogiques et morphologiques de la « stone-line » au Gabon. BRGM, Libreville, 109 p.

- OMI (G.), YASUNOBU (K.), KAWAI (T.), HORI (N.) et KADOMURA (H.), 1986. – Classification and typological analysis of Palaeolithic implements in Cameroon. In : H. KADOMURA (éd.), *Geomorphology and environmental changes in tropical Africa. Case studies in Cameroon and Kenya*. Hokkaido Univ., Sapporo, p. 257-297.
- PETIT-MAIRE (N.), 1984. – Le Sahara, de la steppe au désert. *La Recherche*, n° 160, novembre 1984, p. 1372-1382.
- RIQUIER (J.), 1969. – Contribution à l'étude des « stone-lines » en régions tropicale et équatoriale. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, VII, 1 : 71-111.
- ROHDENBURG (H.), 1969. – Hangpedimentation und Klimawechsel als wichtige Faktoren der Flächen- und Stufenbildung in den wechselfeuchten Tropen an Beispielen aus West-Afrika, besonders aus dem Schichtstufenland Südost-Nigerias. *Göttinger Bodenkundliche Berichte*, 10 : 57-152.
- ROHDENBURG (H.), 1982. – Geomorphologisch-bodenstratigraphischer Vergleich zwischen dem Nordostbrazilianischen Trockengebiet und immer-feucht-tropischen Gebieten Südbrasieliens mit Ausführung zum Problemkreis der Pediplain-Pediment-Terrassentrepfen. *Catena suppl.*, 2 : 74-122.
- RUHE (R.V.), 1954. – Erosion surfaces of central African interior high Plateau. Ineac, Bruxelles, sér. *Science*, 59, 38 p.
- SCHWARTZ (D.), 1985. – Histoire d'un paysage : le lousseke. Paléoenvironnements quaternaires et podzolisation sur sables Bateke (quarante derniers millénaires, région de Brazzaville, R.P. du Congo). Thèse Doct. Etat Sci. Nat., Univ. Nancy 1, 211 p. (parue 1988, Orstom, Paris, collect. *Études et Thèses*, 285 p.).
- SCHWARTZ (D.), DELIBRIAS (G.), GUILLET (B.) et LANFRANCHI (R.), 1985. – Datations par le ^{14}C d'altéromatériaux : âge nijilien (40000-30000 B.P.) de la podzolisation sur sables Bateke (R.P. du Congo). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 300, sér. II : 891-894.
- SCHWARTZ (D.) et LANFRANCHI (R.), 1984. – Prospection sur le chantier routier de la R.N. 2. Tronçon Ouesso-Liouesso. Orstom, Brazzaville, 10 p.
- SCHWARTZ (D.) et LANFRANCHI (R.), 1990. – Les remaniements de sols sur sables Bateke dans la région de Brazzaville. Une mise au point. In : R. LANFRANCHI et D. SCHWARTZ (éds.), *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. Orstom, Paris, collect. *Didactiques* : 167-182.
- SCHWARTZ (D.) et LANFRANCHI (R.), à paraître. – Les remaniements de sols pendant le Quaternaire supérieur au Congo. III. Les matériaux sableux du Stanley Pool. Pour : *Cah. Orstom, sér. Pédol.*
- SCHWARTZ (D.), LANFRANCHI (R.) et MARIOTTI (A.), 1990. – Origine et évolution des savanes intramayombiennes (R.P. du Congo). I. Apports de la pédologie et de la biogéochimie isotopique (^{14}C et ^{13}C). In : LANFRANCHI et D. SCHWARTZ (éds.), *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. Orstom, Paris, collect. *Didactiques* : 314-325.
- SEGALEN (P.), 1969. – Les remaniements de sols et la mise en place de la stone-line en Afrique. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, VII, 1 : 113-131.
- SHARPE (C.F.S.), 1938. – Landslides and related phenomena. *Columbia Geomorphologic Studies* n° 2.
- SONET (J.), 1958. – Notice explicative sur la feuille Ouesso au 1/500.000. Direction des Mines, Brazzaville, 28 p.
- STOOPS (G.), 1967. – Le profil d'altération au Bas-Congo (Kinshasa). Sa description et sa genèse. *Pédologie*, 17 : 60-105.
- SUTTON (J.E.G.), 1980. – Préhistoire de l'Afrique orientale. In : *Histoire générale de l'Afrique*. Unesco/Jeune Afrique, vol. 1 : 489-524.
- VOGT (J.) et VINCENT (P.L.), 1966. – Terrains d'altération et de recouvrement en zone intertropicale. *Bull. BRGM*, 4 : 1-111.
- WHITE (F.), 1966. – La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique. Unesco/AETF/UNSO. Recherche sur les ressources naturelles, Orstom/Unesco, 384 p.