

ARCHEOLOGIE PREHISTORIQUE ET PROCESSUS DE FORMATION DES STONE-LINES EN AFRIQUE CENTRALE (CONGO-BRAZZAVILLE ET ZONES PERIPHERIQUES)

Prehistorical archaeology and formation processes of stone-lines in Central Africa (Congo-Brazzaville and adjoining areas)

D. SCHWARTZ*

ABSTRACT

The stone-lines of Central Africa (i.e. Gabon, Congo, south-Cameroon, south-Zaire) frequently contain a prehistoric industry attributed to the Sangoan. Picks constitute the main tool of this lithic industry, which still remains rather badly dated (between 70 000? -40 000 BP). At first, some general data concerning the stone-line complex and relating to the regional chronology and palaeoenvironments are pointed out. Occurrence of prehistoric industries brings important information about the genesis of the stone-lines and of their covering. It has become obvious that in the Congo and the surrounding areas the surface of the stone-lines was an erosion pavement during the Maluekian (70 000-40 000 BP). The covering of this pavement is linked both to biological and physical processes: resurfacing of fine material by termites and colluvial deposits along the slopes. The occurrence of prehistoric industries in stone-lines leads to new questions about the genesis of this kind of superficial deposits. Unfortunately, the means of answering are only few.

RESUME

Les stone-lines d'Afrique Centrale (Gabon, Congo, sud Cameroun, sud-Zaire) contiennent souvent une industrie préhistorique attribuée au Sangoen. Cette industrie lithique, caractérisée par l'abondance de pics, est encore assez mal datée, mais semble s'être développée entre 70 000 ? et 40 000 BP. Après un bref rappel sur le complexe de la stone-line et le cadre chronologique et paléoenvironnemental, il est montré en quoi la présence de ces industries apporte des éléments précieux quant à la formation des stone-lines et de leur recouvrement. En l'occurrence, il apparaît que les stone-lines du Congo, et sans doute des zones périphériques, ont été une surface d'érosion pendant le Maluekien (70 000-40 000 BP). Leur recouvrement est lié à la conjonction de

* Orstom, Cereg, 3 rue de l'Argonne, 67083 Strasbourg Cedex, France

phénomènes biologiques et mécaniques : remontées de matériaux fins par les termites, et épandage le long des versants par des phénomènes érosifs. On abordera ensuite brièvement les questions nouvelles soulevées par la présence de cette industrie lithique, et les moyens (peu nombreux) d'y répondre.

INTRODUCTION.

Généralités sur le complexe de la stone-line

Les "stone-lines" (SHARPE, 1938) sont des concentrations d'éléments grossiers en nappe de grande extension spatiale. Egalement connues dans quelques sols des régions tempérées et les piedmonts des zones arides, elles sont particulièrement abondantes dans les sols intertropicaux (VOGT, 1966). Nous réserverons ici ce terme aux formations constituées au moins en partie d'éléments grossiers résiduels allochtones ou autochtones tels que des galets, du quartz, de l'industrie lithique ou encore des fragments de roches altérées. De fait, sont exclues de cette définition les concentrations purement formées de gravillons ferrugineux. Celles-ci peuvent en effet résulter de simples mécanismes de concentration chimique, in situ (LUCAS *et al.*, 1990), alors que la formation de nappe de gravats stricto sensu est complexe, et associe processus géomorphologiques, pédogénétiques et biologiques. Les stone-lines sont recouvertes d'un ensemble d'horizons pédologiques meubles dépourvus d'éléments grossiers, appelés "niveaux de recouvrement", ou plus simplement "recouvrement". L'ensemble stone-line - recouvrement est souvent dénommé "complexe de la stone-line".

La question de la genèse des stone-lines et de leur recouvrement a fait l'objet de nombreuses recherches dans les années 1950-1970, et force est de constater, 40 ans plus tard, qu'aucune réponse définitive n'a été apportée à ce débat. Ceci résulte sans doute autant de la diversité des stone-lines (VOGT, 1966 ; VINCENT, 1966) que de la difficulté d'aborder le problème sur le plan scientifique. Pour se rendre compte des débats animés qui ont agité les chercheurs à ce sujet, on lira la synthèse de VOGT (1966), les articles de VINCENT (1966), de STOOPS (1967), le n° 7-1 des Cahiers ORSTOM de Pédologie (1969) entièrement consacré à cette question, ou plus récemment BOCQUIER *et al.* (1984), EMBRECHTS & DE DAPPER (1990) et le n° 11(1-4) de Geo-Eco-Trop (1987), lui aussi entièrement consacré à ce thème.

Les termes du débat étant surtout connus des seuls spécialistes des régions intertropicales, il nous paraît nécessaire, dans le cadre d'un ouvrage traitant d'aspects variés de la géo-archéologie et destiné de ce fait à un public large, de revenir dans un premier temps sur les principales caractéristiques du complexe de la stone-line et sur les hypothèses qui en ont découlé pour expliquer leur formation. La contribution des études archéologiques à la connaissance de la

formation et de la datation du complexe de la stone-line sera ensuite illustrée à partir d'exemples congolais. En conclusion, on exposera rapidement les nouvelles questions qui en découlent.

Le cadre paléoenvironnemental, chronologique et archéologique local.

Au préalable, on rappellera brièvement le contexte paléoenvironnemental dans lequel ont évolué les hommes préhistoriques, ainsi que les industries qu'ils ont développées.

La terminologie régionale, créée par les auteurs belges (DE PLOEY, 1963, 1965, 1969 ; DE PLOEY et VAN MORSEL, 1963, 1966) retient les termes de Kibangien, Léopoldvillien, Njilien et Maluékien pour désigner, du plus récent au plus ancien, les quatre derniers épisodes climatiques du Quaternaire, alternativement humides et secs. Les travaux de GIRESE (1978), GIRESE *et al.* (1981), GIRESE & LANFRANCHI (1984), MOGUEDET *et al.* (1986), SCHWARTZ (1988), ont permis d'en préciser les limites chronologiques : 70 000 ? BP - 40 000 BP pour le Maluékien, 40 000 - 30 000 BP pour le Njilien, 30 000 - 12 000 BP pour le Léopoldvillien et 12 000 - Actuel pour le Kibangien. Le Maluékien est une période encore mal connue, à tendance sèche. Peu d'indices permettent d'en dater le début, qui pourrait être corrélé, soit avec la fin de l'Eemien (70 000 BP), soit avec celle de l'interstade de Brørup (60 000 BP) si l'on reprend la terminologie du Würm européen (GIRESE, 1978). Cette période est suivie par le Njilien, un bref épisode humide. Le Léopoldvillien est une période sèche qui correspond grossièrement au dernier maximum glaciaire. On sait depuis peu qu'il a été entrecoupé vers 24 000 - 22 000 BP par une brève oscillation humide d'intensité encore non connue (PREUSS, 1990, ELENGA *et al.*, 1994). Le Kibangien, qui correspond aux temps postglaciaires, est une période humide, avec cependant une tendance à l'assèchement depuis 3 000-4 000 B.P. Les travaux les plus récents permettent d'affirmer que cet assèchement, marqué par plusieurs oscillations, a été bien plus intense que ce qui était initialement envisagé, mais également que le climat suit depuis plusieurs siècles une tendance à nouveau plus humide (VINCENS *et al.*, sous presse ; SCHWARTZ *et al.*, sous presse).

Les industries préhistoriques du Congo appartiennent à différentes civilisations (LANFRANCHI, 1990). Les pièces pré-acheuléennes et acheuléennes sont rares, et n'ont jamais été trouvées en position stratigraphique. Le Sangoen est un faciès du Middle Stone Age caractérisé par des pièces lourdes et frustes, principalement des pics. Cette industrie s'est développée pendant le Maluékien. Aucun gisement n'a pu être rattaché au Njilien, qui constitue une lacune sur le plan archéologique. Le Lupembien se développe au Léopoldvillien. Cette industrie se caractérise par des pièces de grande taille: pièces bifaciales, grandes lames, grattoirs, armatures. La fin du Lupembien correspond approximativement avec le début du Kibangien. Pendant cette dernière période, se développe tout d'abord la culture du Tshitolién. Celle-ci constitue la prolongation du Lupembien.

Elle s'en distingue par une tendance à la réduction de la taille des pièces, l'apparition des armatures de flèches et de petites bifaciales en noyau de mangue.

Le Néolithique est assez tardif au Congo, où il semble n'apparaître que vers 3 000-2 800 BP. Il est suivi vers 2 500-2 000 BP par l'Age du Fer.

LE COMPLEXE DE LA STONE-LINE : CARACTÉRISTIQUES ET EXPLICATIONS, UN BREF RAPPEL.

Caractéristiques du complexe de la stone-line.

De l'abondante bibliographie qui leur a été consacrée, on retiendra que les stone-lines et leur recouvrement répondent aux principales caractéristiques suivantes.

1. L'épaisseur de la stone-line et du recouvrement est d'ordre métrique. En fait, l'épaisseur de la stone-line varie entre quelques centimètres et 2-3 m, celle du recouvrement entre 0 (en cas d'érosion) et plus de 10 m.
2. La stone-line est souvent située juste au dessus des horizons d'altération de la roche. On en trouve toutefois également au sein des horizons B et plus rarement A.
3. Le plus souvent on ne trouve qu'une stone-line. Plus rarement on a observé deux, voire trois stone-lines, séparées par des niveaux dépourvus d'éléments grossiers.
4. Les stone-lines sont souvent formées de deux niveaux distincts : un niveau inférieur constitué de quartz, de gravillons ferrugineux et de fragments de roche mère plus ou moins altérés ; un niveau supérieur, moins épais, et contenant en plus des éléments grossiers allochtones : galets, blocs transportés parfois sur plusieurs kilomètres de distance, une industrie lithique.
5. La grande parenté génétique du matériau du recouvrement et de la fraction fine des stone-lines avec celui des horizons d'altération a été relevée par la plupart des auteurs. L'identité n'est cependant pas toujours parfaite, en particulier le long des zones de contact entre roches-mères différentes.
6. Les stone-lines sont des formations continues, parfois sur des centaines de kilomètres, et ubiquistes, des sommets des collines aux bas des versants. Cette affirmation est toutefois à nuancer en relief vigoureux et jeune : elle peuvent alors faire défaut en sommet de collines.
7. Un dernier point souvent relevé est l'adaptation au relief. Notre point de vue est ici plus nuancé : s'agissant d'une formation au moins partiellement d'origine pédogénétique, l'adaptation au relief est normal, comme pour tous les horizons pédologiques, et ne devrait donc pas surprendre. Bien au contraire, c'est plutôt l'inadaptation au relief qui devrait étonner : stone-lines et recouvrement ont des variations d'épaisseur bien plus importantes que la plupart des autres horizons.

Genèse du complexe de la stone-line.

La parenté entre le matériau des horizons d'altération et celui du recouvrement témoigne d'une quasi-autochtonie de ce dernier. Ceci est a priori incompatible avec la présence de matériaux allochtones dans la stone-line. La nécessité et la difficulté d'expliquer cet apparent antagonisme ont été au centre de tous les débats concernant l'origine du complexe de la stone-line. De nombreuses théories ont ainsi été élaborées, divisant les chercheurs en partisans de théories "autochtonistes", "allochtonistes" et "mixtes". On remarquera cependant que les arguments utilisés n'ont pas permis de conclure de manière définitive en faveur d'une hypothèse ou d'une autre. Aussi la plupart des auteurs ont-ils pris également soin de démonter les théories adverses, en soulignant les contradictions entre ces théories et leurs observations de terrain (par exemple: LAPORTE, 1962; LEVEQUE, 1969; RIQUIER, 1969...).

Les théories explicatives ont fait appel à des mécanismes variés: enfoncement absolu, sur place, des éléments grossiers par gravité (LAPORTE, 1962) ou par mouvements internes au sol (MOYERSONS, 1987); enfoncement relatif des éléments grossiers par remontées biologiques, liées en particulier à l'activité des termites (LEVEQUE, 1969, 1979); remaniements latéraux par transport érosif, de type colluvionnement à l'échelle du versant (RUHE, 1959; RIQUIER, 1969; GRAS, 1970) ou à des échelles spatiales plus importantes (SEGALEN, 1969); recouvrement termitique d'un pavage d'érosion (NYE, 1955 ; de HEINZELIN, 1955; MORTELMANS ET MONTEYNE, 1962; SOYER, 1987); recouvrement d'un pavage d'érosion par colluvionnement, éventuellement augmenté d'activité biologique (DE PLOEY, 1964); épaissement et approfondissement de la stone-line par soutirage chimique à sa base (COLLINET, 1969; McFARLANE & POLLARD, 1987); pédimentation cyclique (EMBRECHTS & DE DAPPER, 1985) ; formation par voie géochimique in situ de la partie inférieure de la stone-line (STOOPS, 1987; LUCAS *et al.*, 1989). On ne discutera pas plus avant ici de ces théories. Le lecteur intéressé se référera à cet effet aux références citées, ainsi qu'à ALEXANDRE & SOYER (1987). On se bornera à préciser les deux points suivants.

1. Aux hypothèses faisant appel à un mécanisme unique s'opposent toujours des faits d'observation incompatibles avec la théorie. Ceci explique l'intérêt grandissant qui a été porté aux hypothèses faisant intervenir des mécanismes multiples. Mais ce dernier cas de figure répond également à la préoccupation, consciente ou non, de rechercher une "théorie unificatrice", expliquant la formation de toutes les stone-lines et de leur recouvrement, sans souci, finalement, d'analyser objectivement la variété des types de stone-lines.
2. Quelques-unes des théories n'excluent pas d'autre processus, mais les complètent. C'est le cas en particulier du mécanisme d'approfondissement de la stone-line par sa base proposé par COLLINET (1969) qui est compatible avec toutes les hypothèses de formation du recouvrement au-dessus d'un pavage d'érosion.

LES INDUSTRIES PRÉHISTORIQUES: UN MARQUEUR PEU UTILISÉ

Les questions posées.

Si l'on tente de résumer les problèmes soulevés par la variété de formes du complexe de la stone-line et les discussions qui en ont suivi, on trouvera, au coeur du sujet, les questions suivantes :

1. La stone-line a-t-elle été à un moment de son histoire une surface de sol, de type pavage d'érosion, ou bien s'est-elle différenciée dans le sol?
2. Si la stone-line a été une surface de sol, comment s'est différencié le recouvrement? Par voie biologique ou transfert latéral de type colluvionnement?
3. Si la stone-line a été un pavage d'érosion, quel est son âge ? Quelle est la durée de formation du recouvrement ? Est-elle compatible avec les phénomènes érosifs ou biologiques évoqués supra?
4. le phénomène de formation du complexe de la stone-line est-il cyclique, ou unique?

Les réponses apportées.

La réponse à ces questions passe par l'identification de marqueurs permettant de définir sans équivoque une chronologie, mais également des processus. On perçoit ainsi immédiatement l'intérêt potentiel de la présence d'industries préhistoriques dans les stone-lines, pour peu que ces industries puissent être définies précisément d'un point de vue typologique et chronologique. La présence d'industries préhistoriques a de fait été souvent notée dans la partie supérieure de certaines stone-lines, mais paradoxalement, elles ont été utilisées dans les discussions dont nous avons fait part.

MORTELMANS & MONTEYNE (1962) et DE PLOEY (1964) au Zaïre, MARCHESSEAU (1965) au Gabon, RIQUEUR (1969) au Congo ont tous signalé la présence d'industries lithiques au sommet des stone-lines. POMMERET (1965), DE PLOEY (1964) ont également observé des industries dans les niveaux de recouvrement. Pour MORTELMANS & MONTEYNE (1962), une stone-line appelée "old land surface 1" contient des industries sangoennes. Les autres "old land surface", plus récentes (2 à 4) ne correspondent pas à des stone-lines, mais à des niveaux internes au recouvrement. Pour DE PLOEY (1964), la stone-line contient de l'industrie pré-lupembienne (Sangoen, Acheuléen,..) et du Lupembien ancien. Le recouvrement contient du Lupembien récent et du Tshitolién.

En fait c'est DE PLOEY (1964, 1965) qui a tiré le maximum de profit de ce type d'observations. Pour cet auteur, la présence d'outillage pré-lupembien et lupembien ancien au sommet de la stone-line impliquent un âge léopoldvillien de cette formation, tandis que la présence d'industries lupembiennes récentes et

tshitoliennes dans le recouvrement lui confère un âge inférieur à 10 000 ans. Des premières observations sur l'aspect non perturbé des gisements préhistoriques, faites dans les formations du Stanley Pool, DE PLOEY conclut à une mise en place du recouvrement essentiellement par ruissellement et colluvionnement. Pour ce qui est des remaniements biologiques, DE PLOEY (1964, p. 404) exclut l'action des termites dans les "sables proluviaux de Kinshasa", l'estime possible mais non indispensable pour les terrains schisto-gréseux du Bas-Congo (p. 408: "aucune observation n'exclut l'intervention des termites dans la formation des recouvrements, mais aucun argument ne rend indispensable d'envisager une telle action"). En revanche, des remontées de matériau par les termites lui paraissent être la seule explication possible pour les recouvrements situés en sommet de colline, à proximité de Thysville (Mbanza-Ngungu) (p. 409). De l'ensemble de ces observations, il conclut à une formation du recouvrement essentiellement liée à des remaniements latéraux, mais complétée par une action des termites, au moins pour les parties hautes des reliefs. Ses conclusions ont été reprises ultérieurement par VINCENT (1966), STOOPS (1967), RIQUIER (1969). Plus récemment, au Gabon, PEYROT ET OSLISLY (1986) ont également estimé que le recouvrement des stone-lines était holocène.

Des réponses insuffisantes...

Il convient pourtant de rediscuter ici des conclusions de DE PLOEY. Une lecture littérale des textes de DE PLOEY (1964, 1965) aboutit à une contradiction qui n'avait, à notre connaissance tout au moins, jamais été relevée jusqu'à présent : si le recouvrement a 100 000 ans au plus, comment pourrait-il contenir en place une industrie (du Lupembien récent) âgée d'au moins 12 000 ans?

Faut-il alors envisager que le cadre chronostratigraphique sur lequel s'appuyait DE PLOEY est faux ? Il est vrai que les limites et la définition des périodes sur lequel il repose (Maluekien, Njilien, Léopoldvillien, Kibangien) ont évolué. Ainsi, le début du Léopoldvillien que DE PLOEY & VAN MOORSEL (1963) estimaient à 80 000 ans environ, est actuellement ramené à environ 30 000 BP (GIRESE, 1978; GIRESE *et al.*, 1981; SCHWARTZ, 1988). En revanche, l'évaluation de la fin du Léopoldvillien, soit 11 200 BP pour DE PLOEY & VAN MOORSEL (1963) n'a guère changé: GIRESE *et al.* (1982) observent dans les sédiments marins le retour à l'humidité vers 11 500 BP. On peut donc guère contester la contradiction soulevée par l'évaluation chronologique que dans le schéma de DE PLOEY & VAN MOORSEL (1963), avec ses conséquences directes : ou le recouvrement a plus de 12 000 ans, ou les industries du Lupembien qu'on y récolte ne sont pas en place. Dans cette hypothèse, elle ne peuvent provenir que d'un recouvrement antérieur, qui aurait été démantelé, et aurait alors fourni le matériau du recouvrement actuel.

Par ailleurs, un autre point doit être également rediscuté. Il s'agit de l'attribution des industries lithiques à une culture préhistorique précise. Il est clair que DE PLOEY & VAN MOORSEL (1963, pl. 4) estiment que le Lupembien ancien est pénécotemporain d'une industrie appelée le Stanley-Pool II. Or ce Stanley-

Pool II (VAN MOORSEL, 1968) est en fait l'équivalent du Sangoen défini par MORTELMANS (1957) (LANFRANCHI-SALVI, 1984). DE PLOEY (1964, 1965) reconnaît d'ailleurs que les industries des stone-lines sont composées essentiellement de pics, ce qui est un des traits du Sangoen du sud du Zaïre et du Congo (LANFRANCHI, 1990).

Si l'on résume cette discussion, les travaux de DE PLOEY ont été effectués à une époque où la connaissance des paléoenvironnements, des industries lithiques, et de leurs chronologies, étaient encore très fragmentaires. Une révision s'imposait donc pour y intégrer les apports plus récents. Ce sont ici les travaux effectués au Congo (LANFRANCHI & SCHWARTZ, 1990, 1991; SCHWARTZ, à paraître; SCHWARTZ *et al.*, à paraître) qui nous serviront de repère.

INDUSTRIES LITHIQUES ET STONE-LINES DU CONGO : PROGRES RÉCENTS

Les observations effectuées au Congo.

Les travaux que nous allons résumer ont été principalement effectués dans le Mayombe et dans la Sangha. Dans le Mayombe, des prospections ont été effectuées entre les années 1982 et 1993 (SCHWARTZ & LANFRANCHI, 1984; LANFRANCHI, 1990; SCHWARTZ *et al.*, à paraître) le long des principaux axes de communication, ainsi que dans les savanes incluses, zones dans lesquelles une importante érosion provoque l'ablation locale du niveau de recouvrement et remet ainsi à jour la stone-line. Dans la Sangha, c'est la construction de la route Ouesso-Liouesso qui nous a permis d'étudier en 1984-1986 84 km de coupes fraîches (LANFRANCHI & SCHWARTZ, 1990, 1991). Il s'agit essentiellement d'observations archéologiques et géomorphologiques. A la différence de DE PLOEY, nous ne les avons pas complétées par des analyses de laboratoire. Les principaux faits d'observation sont les suivants :

1. Dans la Sangha, la stone-line est omniprésente, quelle que soit la situation topographique: bas de pente, versant, sommets de collines. Dans le Mayombe, seules les plus hautes crêtes, très pentues, en sont dépourvues (GRAS, 1970). Le recouvrement a une épaisseur variant entre 50 cm et plus de 10 m, qu'il n'est pas évident de mettre en relation avec la topographie actuelle. Il n'y a guère que dans les savanes incluses du Mayombe que l'érosion a provoqué localement une ablation totale du recouvrement.
2. L'industrie unique des stone-lines est le Sangoen, caractérisé par l'abondance de pics, ainsi que par d'autres outils en proportions moindres: raclours, pièces bifaciales,.. (Fig. 1) ; cette industrie ne se trouve que dans la partie supérieure de la stone-line, composée partiellement de matériaux allochtones. Le plus souvent, elle est plaquée en surface de la stone-line. Quelques pièces éparées, mais parfois également des ateliers de débitage se trouvent parfois inclus dans la partie sommitale de la stone-line ou au contraire dans la base du recouvrement.

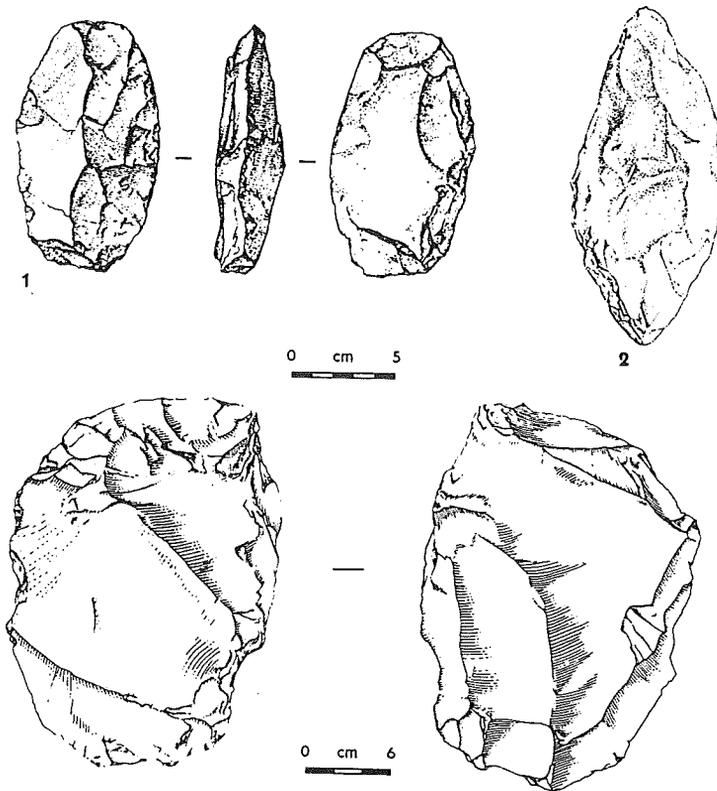


Fig.1. - Exemples de matériel lithique sangoen. 1: pièce bifaciale (Ouesso); 2: pic (Mayombe); 3: gros éclat nucleus (Ouesso). (d'après LANFRANCHI, 1990).

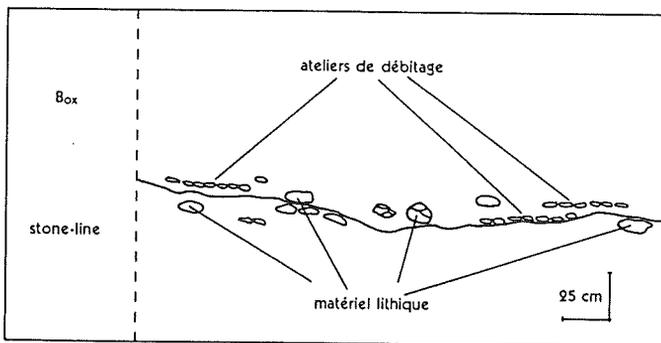


Fig.2. - Position de l'industrie lithique dans les stone-lines de la Sangha (d'après LANFRANCHI & SCHWARTZ, 1991).

3. Dans la Sangha, les ateliers de débitage parfaitement en place sont particulièrement nombreux (Fig. 2). Ils sont parfois superposés, ou séparés par une fine épaisseur de matériau grossier (stone-line) ou fin (base du recouvrement). Une fouille archéologique effectuée sur 9 m² (LANFRANCHI & SCHWARTZ, 1990) a montré que la surface de la stone-line était un sol archéologique en place.
4. Les industries plus récentes ne se trouvent jamais en surface de la stone-line, mais toujours dans le recouvrement. La seule exception à cette règle, étayée par l'observation de 84 km de coupes quasiment en continu dans la Sangha, est constituée par quelques pièces éparses du Tshitolien, échantillonnée en surface de la stone-line dans les savanes incluses du Mayombe (SCHWARTZ *et al.*, à paraître). Mais il est quasiment certain que ces pièces ont été incorporées à la stone-line lors de l'ablation récente du recouvrement. On insistera sur le fait que, lorsque celui-ci est en place, les industries post-sangoennes ne s'observent jamais en surface de stone-line.
5. L'industrie sangoenne est omniprésente en surface des stone-lines, quelle que soit la position topographique de celle-ci. Dans la Sangha, 34 coupes étudiées en détail sur 35 ont livré du matériel préhistorique : à la limite, les 84 km de la route Ouesso-Liouesso ne constituent qu'un seul gigantesque gisement préhistorique. L'omniprésence de l'industrie sangoenne au sommet des stone-line contraste avec le caractère ponctuel des industries plus récentes du recouvrement.
6. Il a été possible d'observer en maintes occasions des stone-lines dédoublées, et une fois la superposition de 3 stone-lines sur 10 m d'épaisseur (Fig. 3). Dans ce cas de figure, chacune des stone-lines contient à sa surface ou dans sa partie sommitale de l'industrie lithique sangoenne (LANFRANCHI & SCHWARTZ, 1991). Ces stone-lines superposées n'ont jamais été observées en sommet de colline.
7. On notera enfin, comme le remarquait déjà RIQUIER (1969), que les artefacts, et les éléments grossiers allochtones en général, reposent presque à plat sur la stone-line.

Interprétation des observations effectuées dans le Mayombe et la Sangha.

Ces observations ont conduit aux conclusions suivantes :

1. La stone-line a été une surface d'érosion sur laquelle ont vécu les hommes préhistoriques du Sangoen. En effet, la présence de structures archéologiques en place, des ateliers de débitage en particulier, parfois superposés entre la partie supérieure de la stone-line et la base du recouvrement, est totalement incompatible avec une descente des éléments grossiers au sein du recouvrement, que ce soit par voie mécanique ou biologique. Les hypothèses émises par LAPORTE (1962), LEVEQUE (1969) ou MOYERSONS (1987) ne s'appliquent pas ici.

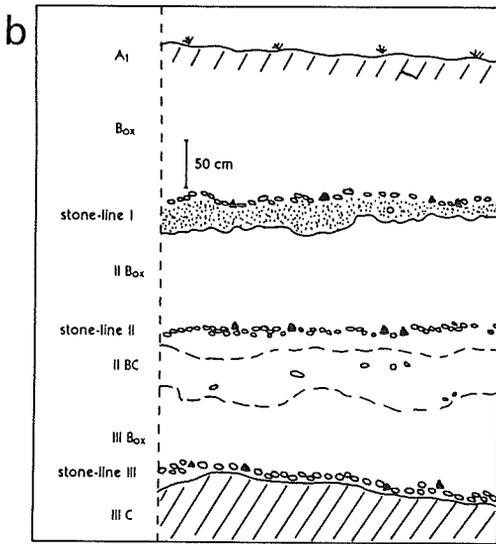
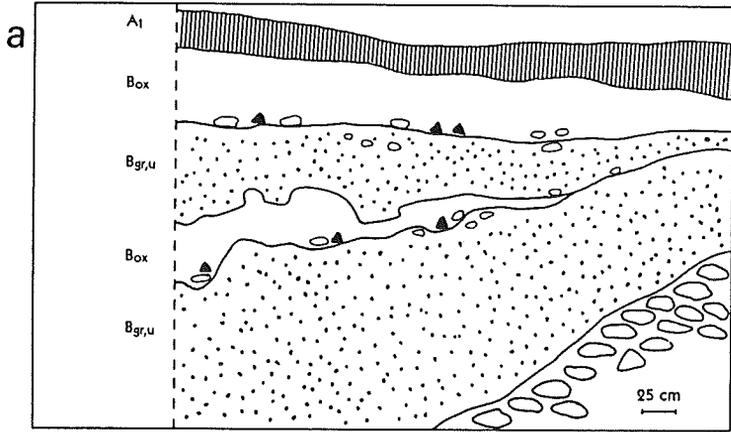


Fig.3. - Exemples de stone-line remaniée, dédoublée (a) et de sol ferrallitique à trois stone-lines superposées (b), (d'après LANFRANCHI & SCHWARTZ, 1990).

2. Les hommes préhistoriques du Sangoen sont pénécotemporains de la formation de la partie supérieure de la stone-line. L'incorporation d'artefacts isolés ou de structures en place dans le niveau allochtone de la stone-line en constitue la preuve formelle. Ce niveau s'est donc formé au Maluekien. Cette datation ne préjuge en rien de l'âge de la partie inférieure de la stone-line: des phénomènes tels que ceux rapportés par COLLINET (1969) ou STOOBS (1987), soutirage chimique et/ou concentration de fer sous forme de nodules et concrétions, ont pu débuter bien avant cette période et se poursuivre jusqu'à nos jours.
3. L'absence d'industries plus récentes que le Sangoen au sommet de la stone-line implique que la formation du recouvrement s'est faite avant le Léopoldvillien : dans le cas contraire, de l'outillage lupembien, voire tshitilien, devrait se trouver en surface de la stone-line. Des remaniements du recouvrement se sont cependant produits au Léopoldvillien et au Kibangien, sans toutefois aller jusqu'à une ablation complète. Celle-ci ne peut être observée que dans les zones soumises actuellement à une forte érosion: savanes incluses du Mayombe, et savanes du Niari. On sait maintenant que ces formations sont âgées au plus de 2 500 à 4 000 ans (VINCENS *et al.*, 1994; SCHWARTZ *et al.*, 1995; ELENGA *et al.*, 1996; SCHWARTZ *et al.*, à paraître), ce qui donne une date "haute" pour la remise au jour de la stone-line.
4. La datation des industries montre que la formation du complexe de la stone-line s'est faite pour l'essentiel dans une tranche d'âge comprise entre 70 000 et 40 000 ans environ. Ceci exclut des mouvements de grande ampleur tels que ceux imaginés par SEGALIN (1969), avec recul important des escarpements cuirassés, inversion de matériaux, dissection des versants pouvant aboutir, grâce à l'érosion chimique, au festonnement des reliefs secondaires, voire à des inversions totales de relief. Les processus mis en évidence ici sont des remaniements à l'échelle des versants actuels, avec un matériau fin quasi-autochtone. Les terrasses alluviales du Maluekien, identifiables au fait qu'elle contiennent du matériel sangoen pour partie roulé par les eaux et pour partie fraîche, ne surplombent les talwegs que de quelques mètres, ce qui est un argument supplémentaire en ce sens.
5. La superposition de 2 ou 3 stone-lines séparées par des niveaux de recouvrement meuble ne peut s'expliquer que par des transports mécaniques de matière, latéralement le long des versants. La seule activité des termites ne peut en aucun cas aboutir à de telles superpositions.
6. En revanche, la présence de stone-lines à industries préhistoriques en sommet de collines ne peut s'expliquer par des phénomènes de transferts latéraux de type colluvionnement si le modelé n'a pas évolué de façon significative (inversions de relief, non concevables aux échelles de temps mis en évidence). Seule l'activité des termites permet de rendre compte de ce phénomène. Le recouvrement atteignant 4 à 5 m d'épaisseur en sommet de colline, il convient de se ranger aux estimations de LEVEQUE (1979), entre autres, quant à la profondeur d'action des termites et au volume de matériaux mis en oeuvre.
7. L'absence d'industries plus récentes que le Sangoen au sommet de la stone-line, la superposition locale de plusieurs stone-lines séparées par du matériau meuble, la présence d'ateliers en place à la base des recouvrements aussi bien

que dans la partie supérieure de la stone-line semblent indiquer que la formation de la stone-line et du recouvrement se sont suivies de peu.

Un modèle de mise en place du complexe de la stone-line au Congo.

Ces données ont servi à établir un modèle de mise en place des sols remaniés de la Sangha (LANFRANCHI & SCHWARTZ, 1990, 1991) et du Mayombe (SCHWARTZ *et al.*, à paraître). Sans préjuger de son existence antérieure ou non, la stone-line a été dans ces régions une surface de sol, de type pavage d'érosion, au Maluekien. Cette surface de sol a été assez rapidement recouverte de niveaux meubles, sous l'action conjuguée de transferts de matériaux verticaux (remontées biologiques) et latéraux (épandages colluvionnaires). La formation du recouvrement pourrait s'être effectuée à la transition Maluekien-Njilien, le passage d'une période relativement sèche à une phase climatique plus humide étant une rupture d'équilibre propice aux remaniements latéraux : les pluies tombent alors sur un relief encore peu protégé de l'érosion par le couvert végétal. On peut toutefois se demander si la durée d'une telle transition, 1 à 2 millénaires, est suffisante pour que se forment des recouvrements épais de plus de 5 m. Ce point et l'existence de stone-lines superposées plaident en faveur d'une formation du recouvrement dès le Maluekien. L'ensemble de ces phénomènes s'est effectué dans un type de modelé peu différent de l'actuel.

Deux points méritent d'être précisés ici :

* ce modèle est relativement proche de celui proposé par DE PLOEY (1964, 1965) quant à la succession des événements et aux processus mis en jeu. Il en diffère essentiellement par deux points. En premier lieu, par l'âge donné aux événements. En second lieu, par la chronologie relative. En effet, si DE PLOEY (1964), affirmait que la genèse des recouvrements n'est pas totalement indépendante de celle des stone-lines, la chronologie qu'il donnait des événements aboutissait à dissocier totalement les deux phénomènes.

* le schéma proposé ici n'exclut pas que d'autres mécanismes se soient superposés à ces facteurs fondamentaux. L'approfondissement de la stone-line par sa base, conséquence du soutirage chimique (COLLINET, 1969), semble bien correspondre à une réalité, même si nous n'avons pas pris la peine d'effectuer des analyses géochimiques pour le confirmer. Des mécanismes de cuirassement analogues à ceux mis en évidence par STOOPS (1987) ou par LUCAS *et al.* (1990) ont également été observés.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La prise en compte des données archéologiques permet de préciser un certain nombre de points peu clairs de la genèse du complexe de la stone-line.

Mais, si des problèmes sont résolus, d'autres surgissent en pleine lumière. C'est de ces derniers dont il convient de discuter maintenant.

Extension spatiale des stone-lines à industries sangoennes.

La première question concerne l'aire géographique à laquelle il est possible d'étendre nos conclusions. Ceci nécessite des comparaisons avec les travaux menés par ailleurs. Il semble clair que les stone-lines étudiées par DE PLOEY (1964, 1965) dans le sud du Zaïre sont de même nature que les stone-lines du Mayombe ou de la Sangha. L'industrie préhistorique semble être en définitive identique dans les deux cas, ce qui pourrait être aisément vérifié. Au Congo, les stone-lines observées entre Ouessou et Lioussou se prolongent jusqu'à Sembé au moins (LANFRANCHI, observations inédites); les stone-lines du Niari correspondent également au même ensemble. Des galets aménagés y ont dans un premier temps été interprétés comme une industrie préacheuléenne (BAYLE des HERMENS *et al.*, 1980), ce qui n'a pas permis aux auteurs de préciser le cadre chronostratigraphique de la formation des stone-lines locales. En fait les galets aménagés ne caractérisent aucune industrie; au Congo, on en connaît jusqu'au Tshitoliien. L'état de fraîcheur des galets aménagés du Niari est incompatible avec un âge pré-acheuléen. Ils semblent également devoir être rapportés au Sangoen, dont ils constitueraient un faciès local (LANFRANCHI, 1990). Par ailleurs, des datations ^{14}C ont été effectuées dans le Niari sur des matières organiques d'horizons pédologiques meubles situés au-dessus d'une formation de nodules ferrugineux contenant sporadiquement quelques artefacts préhistoriques. L'âge obtenu sur le niveau le plus profond (10 m) est de près de 15 000 ans (SCHWARTZ, 1991), ce qui prouve pour le moins que ce recouvrement ne peut être kibangien. Bien plus, s'agissant de matières organiques qui se renouvellent par des flux d'entrée et de sortie, la datation ne donne pas un âge absolu des matières organique, mais un âge moyen, recouvrant des entités hétérochrones, certaines jeunes, d'autres bien plus âgées que la moyenne: l'âge réel du recouvrement est de ce fait bien plus élevé que l'âge mesuré. Plusieurs régions congolaises se distinguent des précédentes. Dans le Chaillu, aucune stone-line, ni gisement préhistorique antérieur au Néolithique n'ont été observés malgré de nombreuses prospections pédologiques et archéologiques. Les horizons gravillonnaires semblent s'être formés sur place (MULLER *et al.*, 1980/81). En fait, le Chaillu semble avoir été un refuge forestier, d'où l'absence de phénomènes érosifs nécessaires à la formation des stone-lines. Dans le pays Bateke, des artefacts sangoens ont été échantillonnés dans des sites très perturbés. La nature sableuse de la roche-mère n'a pas permis dans cette région la formation de stone-lines de grande extension spatiale. Sur la façade maritime, le niveau cuirassé plus ou moins démantelé, interne à la série des Cirques, ne peut être assimilé à une stone-line et ne contient pas d'industrie. Le Sangoen est d'ailleurs rarissime dans cette région. Il en est de même de la Cuvette congolaise, cependant peu prospectée.

Au Gabon, le Sangoen est également l'industrie typique des stone-lines (LOCKO, 1990). A la suite de DE PLOEY (1964), PEYROT & OSLISLY (1986) se

fondent sur la présence d'outillage lupembiens et tshitoliens au sein du recouvrement pour estimer que cette formation est d'âge kibangien, tandis que Locko pense que les plus anciens d'entre eux pourraient être maluekiens ou léopoldvilliens. Il est inutile ici de revenir sur cette discussion abondamment commentée supra. Toujours au Gabon, le complexe de la stone-line a fait l'objet d'études minéralogiques approfondies, dans le but d'élucider la genèse de gisement métallifères, en particulier des gisements d'or (COLIN *et al.*, 1989a et b). Ces travaux ont en particulier montré que l'or était remonté en surface par voie mécanique ou biologique et dispersé en halos concentriques, à faible distance des gisements primaires. Au Cameroun, l'industrie sangoenne est également présente dans certaines stone-lines du sud du pays. Mais des industries plus récentes y ont également été trouvées localement (TAMURA, 1984; OMI *et al.*, 1986). Sur la base du type d'industries et de la présence au sein d'un recouvrement d'un niveau scoriacé qui pourrait être âgé de 10 000 ans, TAMURA (1984, 1990) estime que certaines stone-lines du pays Bamiléké pourraient être âgées de 20 000 à 30 000 ans, tandis que leur recouvrement serait holocène. Les chronologies précises manquent en l'occurrence. D'autre part, si le niveau de scories volcaniques mis en évidence près de Bafoussam a réellement 10 000 ans, cela signifierait que la partie du recouvrement située sous ce niveau est plus ancienne, et n'est donc pas holocène. En l'occurrence, les travaux préliminaires effectués par cette équipe japonaise restent à approfondir, et cela d'autant plus qu'au Cameroun les phénomènes volcaniques locaux ont pu interférer avec l'évolution morphologique plus générale de l'Afrique Centrale.

On retiendra cependant de ce tour d'horizon que le modèle que nous avons proposé pour la Sangha et le Mayombe pourrait s'appliquer à une aire plus vaste, englobant le Gabon, une frange du Cameroun et le sud du Zaïre. En revanche, l'Est du Zaïre semble appartenir à un domaine différent. Ainsi, ALEXANDRE-PYRE (1971) a identifié à la base d'une moyenne terrasse de la Katentania (Katanga) de l'industrie sangoenne fraîche. A cette terrasse succédait deux autres terrasses plus basses, impliquant l'existence d'au moins trois oscillations climatiques marquées. La datation des éléments fins de la couverture indique un âge relativement récent de ces dépôts. La dénudation de la stone-line, locale dans le domaine que nous avons étudié ici pourrait, dans l'Est, s'être produite à plusieurs reprises et les recouvrements y seraient polygéniques (ALEXANDRE, *et al.*, 1992). Ces remarques vont également dans le sens des observations effectuées par ROCHE (1987) dans la Kamoa, ou par RUNGE & RUNGE (1995) dans le Kivu.

Des questions en émergence.

Les résultats que nous avons rapportés conduisent à reformuler d'anciennes questions, et à en poser de nouvelles.

1. Les stone-lines ont-elles été une surface de sol plusieurs fois au cours de leur histoire? Cette question a déjà été posée par différents auteurs (VOGT, 1966; RIQUIER, 1969, ...). L'examen des terrasses alluviales et des gisements d'or du Mayombe central (SCHWARTZ & LANFRANCHI, 1990) plaide en faveur de

stone-lines pré-existantes avant le Maluekien. Toutefois, les stone-lines ne comportent que peu d'artefacts préhistoriques qui pourraient être rapprochés de cultures plus anciennes que le Sangoen, par leur état de fraîcheur et leur typologie, et cette hypothèse reste à prouver. A contrario, le décapage des sols jusqu'à la stone-line depuis peut-être 3 000 ans dans les régions les plus soumises à l'érosion, Niari et savanes incluses du Mayombe, est une réalité : l'ancienne surface d'érosion du Maluekien y revient localement au jour. Les industries lupembiennes et tshitoliennes s'y mélangent au Sangoen, dans des sites de surface qualifiés de "Tumbien" par les anciens auteurs (LANFRANCHI-SALVI, 1984). Localement, la même stone-line correspond donc à au moins deux surfaces d'érosion. On insistera cependant sur l'aspect bien plus ponctuel du deuxième épisode.

2. Pas de formation de complexe de la stone-line au Léopoldvillien ? Le Léopoldvillien a été dans la région la période la plus sèche du Quaternaire supérieur. Dans ce contexte, il peut paraître étonnant qu'aucune stone-line ne puisse être rapportée avec certitude à cette période dans la région étudiée, ou encore que la stone-line du Maluekien n'y ait pas été remise en surface par le biais de mouvements érosifs. Il est vrai que nos connaissances concernant cette période sont encore très fragmentaires. Les quelques études palynologiques effectuées au Cameroun (GIRESE *et al.*, 1994) ou au Congo (ELENGA *et al.*, 1991, 1994), ainsi que l'identification de macrorestes végétaux fossilisés (DECHAMPS *et al.*, 1988) ou la mesure du $\delta^{13}\text{C}$ des matières organiques de sol (SCHWARTZ, 1991) évoquent davantage des paysages de savanes boisées ou de forêts claires que des steppes arides. Les industries lupembiennes sont peu abondantes en dehors du Niari et du Stanley Pool et ne peuvent de ce fait servir de marqueurs chronologiques. Elles sont de plus rarement situées en stratigraphie.
3. Cette question renvoie immédiatement à la suivante: quels ont été les paléoenvironnements du Maluekien ? Ceux-ci sont de fait inconnus. La formation de la stone-line ne peut se faire qu'à la faveur de mouvements érosifs d'ampleur. On en déduit donc que les paysages du Maluekien étaient occupés par des formations végétales ouvertes. Mais sur ces formations mêmes, nous n'avons aucun renseignement. Les données paléoclimatiques générales suggèrent que le Maluekien a été moins sec que le Léopoldvillien. Comment expliquer alors que la végétation du Maluekien ait été plus ouverte que celle du Léopoldvillien ? Faut-il dès lors penser que l'industrie sangoenne serait un faciès culturel différent du Léopoldvillien, mais également développé pendant le Léopoldvillien ? A priori, les successions stratigraphiques et les rares datations ^{14}C du Lupembien ancien ne permettent pas d'envisager cette hypothèse. Il n'en demeure pas moins, dans ces conditions, que de grandes interrogations subsistent.
4. Si le Sangoen caractérise bien le Maluekien, ce qui est a priori tout de même l'hypothèse la plus probable, quelle est la durée réelle de la formation des stone-lines et de leur recouvrement? Se sont-ils formés pendant toute la durée de cette période (20 000 à 30 000 ans), ou sur un laps de temps plus court ? La stone-line s'est-elle formée simultanément sur toute son aire de répartition, ou

bien s'agit-il de la somme d'événements locaux, distincts dans le temps et dans l'espace, dont les phénomènes érosifs qui caractérisent actuellement les savanes du Niari et du Mayombe nous donneraient alors un exemple? De même, quelle est la durée de la formation du recouvrement? La présence locale de trois stone-lines superposées sur 10 m d'épaisseur suggère que la formation du complexe de la stone-line peut se faire relativement rapidement. Mais comment alors ne pas songer aux interrogations posées par de nombreux auteurs (DE PLOEY, VOGT, RIQUIER,...) sur le bilan des remontées biologiques par les termites ? Ces insectes sont-ils capables de remonter du matériau fin en quantité et vitesse suffisante pour expliquer la formation du recouvrement en quelques millénaires ? Les exemples actuels suggèrent que non. Mais qu'en a-t-il été de leur activité par le passé ?

5. A la lecture des quatre types d'interrogations précédentes, comment enfin expliquer l'omniprésence des industries sangoennes dans toute la région considérée, en regard de l'aspect bien plus ponctuel des industries plus récentes?

La nécessité de disposer de nouveaux marqueurs.

Ces questions illustrent la difficulté de l'étude des formations superficielles du type du complexe de la stone-line : certaines des questions posées ici l'ont déjà été il y a plus de 30 ans, et les réponses ne sont pas plus précises. Pour aller plus loin, il est donc nécessaire d'utiliser des méthodes différentes. En particulier il est indispensable d'identifier de nouveaux marqueurs paléoenvironnementaux et/ou chronologiques.

Ceux-ci ne sont cependant pas légions. ROCHE (1987) a pu se servir de l'analyse palynologique pour étudier des formations holocènes se rapprochant de stone-lines. Mais cet auteur reconnaît également que les conditions de conservation des pollens étaient particulières : en règle générale, les pollens ne se conservent pas dans les sols biologiquement actifs (DIMBLEBY, 1957), et il est illusoire de compter sur ce type d'enregistrement sédimentaire pour étudier des stone-lines anciennes. Un autre type de marqueur est constitué par les phytolites, constituées de silice amorphe sécrétées par les plantes. La silice amorphe est cependant rapidement solubilisée dans les sols ferrallitiques (ALEXANDRE *et al.*, 1994). RUNGE & RUNGE (1995) ont cependant pu se servir de ce marqueur dans l'Est du Zaïre pour étudier des colluvions, âgés, il est vrai, de 2 000 ans seulement. Là encore, il est malheureusement illusoire d'attendre une application générale de ce type de marqueur paléoenvironnemental.

En ce qui concerne les marqueurs chronologiques, on pensera bien évidemment au carbone 14. Celui-ci trouve cependant vers 35 000-40 000 ans la limite de ses applications. Son utilisation pour dater des formations qui auraient de 40 000 à 70 000 ans est quasiment impossible, sauf peut-être pour les phases ultimes du Maluekien. Mais de toutes manières, les charbons de bois du Maluekien sont rarissimes: sur les 84 km de coupes entre Ouesso et Liouso nous n'avons pas trouvé de charbons au contact de la stone-line, ce qui écarte

également l'utilisation de ces macrorestes comme marqueur paléoenvironnemental. Un espoir peut cependant être tiré du développement récent de méthodes de datation fondées sur l'utilisation du Béryllium 10. Cet isotope radioactif de 1,5 millions d'années de demi-vie peut avoir deux origines possibles. Cosmogénique, il est produit par l'action du rayonnement sur l'oxygène et l'azote atmosphérique. Il passe très rapidement à la surface des sols, d'où, fortement fixé, il migre très peu. Le ^{10}B peut également être produit in situ dans les quartz exposés à la surface du sol, par action des rayons cosmiques sur l'oxygène et le silicium. Il y reste fixé. Cette méthode, qui a des applications variées (BROWN, 1987), mais est d'application encore délicate, permet dans certaines conditions de dater des formations superficielles, pour peu que celles-ci n'aient pas séjourné longtemps à la surface: les éléments résiduels allochtones des stone-lines sont de ce fait sujettes à caution. En effet, certains d'entre eux sont très âgés, hérités d'épisodes anciens et ont pu être remis en surface plusieurs fois au courant de leur histoire longue et complexe. A cet égard, les artefacts sangoens sont potentiellement très intéressants pour des tentatives de datation : ils sont en général taillés à partir de galets. A l'exception des parties des artefacts pour lesquelles le cortex du galet a été conservé, la quantité de ^{10}Be produit par le rayonnement cosmique traduit l'intervalle de temps séparant la taille de l'enfouissement. Pour peu que celui-ci ait été relativement court, nous disposons là d'un marqueur prometteur pour les études ultérieures sur les stone-lines.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, A., COLIN, F. & MEUNIER, J.D., 1994. Les phytolithes, indicateurs du cycle biogéochimique du silicium en forêt équatoriale. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 319, II, 4, 453-458.
- ALEXANDRE, J. & SOYER, J., 1987. Les stone-lines. Conclusions de la journée d'étude. *Geo-Eco-Trop*, 11, 1-4, 229-239.
- ALEXANDRE, J., ALONI, J. & DE DAPPER, M. 1992. Géomorphologie et variations climatiques au Quaternaire en Afrique Centrale. *Geo-Eco-Trop.*, 16, 1-4, 167-205.
- ALEXANDRE-PYRE, S., 1971. *Le plateau des Bianco (Katanga). Géologie et Géomorphologie*. Acad. Royale des Sci. Outre-Mer, Bruxelles, Classe des Sci. Nat. & Médic., N.S., XVIII-3, 151 p.
- BAYLE des HERMENS, R. de, LANFRANCHI, R. & PEYROT, B., 1980. Préacheuléen découvert dans des "lignes de cailloux" en République Populaire du Congo. *L'Anthropologie*, 84, 1, 5-21.
- BOCQUIER, G., MULLER, J.P. & BOULANGE, R., 1984. Les latérites. Connaissances et perspectives actuelles sur les mécanismes de leur différenciation. In: *Livre jubilaire du Cinquantenaire*, AFES, Plaisir, pp. 123-138.

- BROWN, L., 1987. ^{10}Be : recent applications in Earth sciences. *Phil. Trans. R. Soc. London*, A323, 75-86.
- 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.
- COLIN, F., LECOMTE, P. & BOULANGE, B., 1989a. Dissolution features of gold particles in a lateritic profile at Dondo Mobi, Gabon. *Geoderma*, 45, 241-250.
- COLIN, F., MINKO, E. & NAHON, D., 1989b. L'or particulaire résiduel dans les profils latéritiques: altération géochimique et dispersion superficielle en conditions équatoriales. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 309, sér. II, 553-560.
- DECHAMPS, R., LANFRANCHI, R., LE COCQ, A. & SCHWARTZ, D., 1988. Reconstitution d'environnements quaternaires par l'étude de macrorestes végétaux (pays Bateke, R.P. du Congo). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 66, 33-44.
- DE PLOEY, J., 1963. *Quelques indices sur l'évolution morphologique et paléoclimatique des environs du Stanley Pool (Congo)*. *Studia Universitatis Lovanium*, 17, Univ. Kinshasa, 16 p. + annexes.
- DE PLOEY, J., 1964. Nappes de gravats et couvertures argilo-sableuses au Bas-Congo ; leur genèse et l'action des termites. In: BOUILLON, A (Ed.). *Études sur les termites africains*. Masson, Paris, 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. *Palaeoecol. Africa*, 4, 65-68.
- DE PLOEY, J. & VAN MOORSEL, H., 1963. *Contributions à la connaissance chronologique et paléogéographique des gisements préhistoriques des environs de Léopoldville*. *Studia Universitatis Lovanium*, 19, Univ. Kinshasa, 19 p. + annexes.
- DE PLOEY, J. & VAN MOORSEL, H., 1966. Chronologie préhistorique des environs de Léopoldville. *Actes V° Cong. Panaf. Préhist. Et. Quat.*, p. 219-225.
- DIMBLEBY, G.W., 1957. Pollen analysis of terrestrial soils. *The New Phytologists*, 56, 12-28.
- ELENGA, H., VINCENS, A. & SCHWARTZ, D., 1991. Présence d'éléments forestiers montagnards sur les plateaux Batéké (Congo) au Pléistocène supérieur : nouvelles données palynologiques. *Palaeoecol. Africa*, 22, 239-252.
- ELENGA, H., SCHWARTZ, D. & VINCENS, A., 1994. Pollen evidence of late Quaternary vegetation and inferred climate changes in Congo. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 109, 345-356.

- ELENGA, H., SCHWARTZ, D., VINCENS, A., BERTAUX, J., NAMUR, C. de, MARTIN, L., WIRRMANN, D. & SERVANT, M., 1996. Diagramme pollinique holocène du lac Kitina (Congo) : mise en évidence de changements paléobotaniques et paléoclimatiques dans le massif forestier du Mayombe. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 323, II, 5, 403-410.
- EMBRECHTS, J. & DE DAPPER, M., 1985. Sedimentological study of the hillslope pediment of the Fébé area (South Cameroon). *Geo-Eco-Trop*, 9, 3-4, 107-121.
- EMBRECHTS, J. & DE DAPPER, M., 1990. Morphologie, genèse et sédimentologie des pédiments de versant de la région du Mont Fébé (Cameroun méridional). In: LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. ORSTOM, Paris, pp. 138-154.
- GIRESE, P., 1978. Le contrôle climatique de la sédimentation marine et continentale en Afrique centrale atlantique à la fin du Quaternaire. Problèmes de corrélation. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 23, 57-77.
- GIRESE, P. & 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. & PEYROT, B., 1981. Les terrasses alluviales en R.P. du Congo. Bilan des paléoenvironnements climatiques, morphologiques et préhistoriques. *Bull. ASEQUA*, 43-66.
- GIRESE, P., BONGO-PASSI, G., DELIBRIAS, G. & 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., MALEY, J. & BRENAC, P., 1994. Late Quaternary palaeoenvironments in the Lake Barombi Mbo (West Cameroon) deduced from pollen and carbon isotopes of organic matter. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 107, 65-78.
- GRAS, F., 1970. Surfaces d'aplanissements et remaniement des sols sur la bordure orientale du Mayombe (Congo-Brazzaville). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, VIII, 3, 273-294.
- HEINZELIN, J. de, 1955. *Observations sur la genèse des nappes de gravats dans les sols tropicaux*. INEAC, Bruxelles, n° 64, 37 p.
- LANFRANCHI, R., 1990. Les industries préhistoriques en R.P. du Congo et leur contexte paléogéographique. In : LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. ORSTOM, Paris, pp. 406-423.

- LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D., 1990. Evolution des paysages de la Sangha (R.P. du Congo) au Pléistocène supérieur. Bilan des observations archéologiques, géomorphologiques, pédologiques et paléobiologiques. In: LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Paysages quaternaires de l'Afrique Centrale atlantique*. ORSTOM, Paris, pp. 248-259.
- LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D., 1991. Les remaniements de sol pendant le Quaternaire supérieur au Congo. Evolution des paysages dans la région de la Sangha. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 26, 1, 11-24.
- LANFRANCHI-SALVI, C., 1984. Étude des gisements préhistoriques de Brazzaville et de Kinshasa (R.P. du Congo et R.D. du Zaïre). Thèse 3^o cycle, Univ. Paris 1, 246 p.
- LAPORTE, G., 1962. *Reconnaissance pédologique le long de la voie ferrée COMILOG*. ORSTOM, Brazzaville, 149 p.
- LÉVEQUE, A., 1969. Le problème des sols à nappes de gravats au Togo. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, VII, 1, 43-69.
- LÉVEQUE, A., 1979. *Pédogenèse sur le socle granito-gneissique du Togo. Différenciation des sols et remaniements superficiels*. Trav. Doc. n^o 108, ORSTOM, Paris, 224 p.
- LOCKO, M., 1990. Les industries préhistoriques du Gabon (Middle Stone Age et Late Stone Age). In : LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. ORSTOM, Paris, pp. 393-405.
- LUCAS, Y., BOULET, R. & CHAUVEL, A., 1990. Modalités de la formation in situ de stone-lines en zone équatoriale. Exemple d'une couverture ferrallitique d'Amazonie au Brésil. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 311, II, 713-718.
- MARCHESSEAU, J., 1965. Etude minéralogique et morphologique de la stone-line au Gabon. Rapp. BRGM, Lib 65, A9.
- McFARLANE, M.J. & POLLARD, S., 1987. Some aspects of stone-lines and dissolution fronts associated with regolith and Dambo profiles in parts of Malawi and Zimbabwe. *Geo-Eco-Trop*, 11, 1-4, 23-35.
- MOEYERSONS, J., 1987. The concentration of stones into a stone-line, as a result from subsurface movements in fine and loose soils in the tropics. *Geo-Eco-Trop*, 11, 1-4, 11-22.
- MOGUEDET, G., BONGO-PASSI, G., GIRESE, P. & SCHWARTZ, D., 1986. Corrélations entre sédiments quaternaires continentaux et marins au Congo. *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.*, 27, 2, 131-140.
- MORTELMANS, G., 1957. La préhistoire du Congo belge. *Rev. Univ. Bruxelles*, 2-3, 119-171.

- MORTELMANS, G. & MONTEYNE, R., 1962. Le Quaternaire du Congo occidental et sa chronologie. In: *Actes IVe Cong. Panaf. Préhist. Et. Quatern.* MRAC, Tervuren, Ann. sér. in 8°, Sci. Hum., 40, pp. 97-132.
- MULLER, D., BOCQUIER, G., NAHON, D. & PAQUET, H., 1980/81. Analyse des différenciations minéralogiques et structurales d'un sol ferrallitique à horizons nodulaires du Congo. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, XVIII, 2, 87-109.
- NYE, P.H., 1955. Some soil-forming processes in the humid tropics. IV. The action of the soil fauna. *J. Soil Sci.*, 6, 1, 73-83.
- OMI, G., KATO, Y., KAWAI, T., HORI, N. & KADOMURA, H., 1986. Appendix 2. Classification and typological analysis of palaeolithic implements in Cameroon. In : KADOMURA, H. (Ed.). *Geomorphology and environmental changes in tropical Africa. Case studies in Cameroon and Kenya.* Hokkaido Univ., Sapporo, 257-297.
- PEYROT, B. & OSLISLY, R., 1986. Recherches récentes sur le paléoenvironnement et l'archéologie au Gabon 1982-1985. *L'Anthropologie*, 90, 2, 201-210.
- POMMERET, Y., 1965. *Notes préliminaires à propos du gisement cupembrien et néolithique de N'Djolé. Civilisations préhistoriques au Gabon*, t.II, Mém. Soc. préhist. & protohist. gabonaise.
- PREUSS, J., 1990. L'évolution des paysages du bassin intérieur du Zaïre pendant les quarante derniers millénaires. In: LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique.* ORSTOM, Paris, pp. 260-270.
- RIQUIER, J., 1969. Contribution à l'étude des "stone-lines" en régions tropicales et équatoriales. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, VII, 1, 71-111.
- ROCHE, E., 1987. Paléoenvironnement du Quaternaire supérieur au Shaba (Zaïre). Datation de deux stone-lines par la palynologie: Kamoia et Haute Luilu. *Geo-Eco-Trop*, 11, 1-4, 171-183.
- RUHE, H. V., 1959. Stone-lines in soils. *Soil Sci.*, 87, 4, 223-231.
- RUNGE, J. & RUNGE, F., 1995. Late Quaternary palaeoenvironmental conditions in eastern Zaire (Kivu) deduced from remote sensing, morpho-pedological and sedimentological studies (phytoliths, pollen, C-14 data). In: LE THOMAS, A. & ROCHE, E. (Eds.). *Deuxième Symp. de Palynologie africaine.* Public. occas. du CIFEG n° 31, Orléans, pp. 109-122.
- SCHWARTZ, D., 1988. *Histoire d'un paysage: le lousseke. Paléoenvironnements quaternaires et podzolisation sur sables Bateke (Quarante derniers millénaires, région de Brazzaville, R.P. du Congo).* ORSTOM, Paris, collect. Etudes et Thèses, 285 p.

- SCHWARTZ, D., 1991. Intérêt de la mesure du $d^{13}C$ des sols en milieu naturel équatorial pour la connaissance des aspects pédologiques et écologiques des relations savane-forêt. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, XXVI, 4, 327-341.
- SCHWARTZ, D., (à paraître). Paléoenvironnements Quaternaires du Mayombe. In: REVERSAT, F & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Le Mayombe congolais. Bilan des recherches ORSTOM 1985-1993*. UNESCO, collect. "Projet pilote Mayombe", 10 p. + illustrations.
- SCHWARTZ, D. & LANFRANCHI, R., 1984. Remaniements de sols et paléoclimats dans le Mayombe. Rapport d'activités STARDI. DGRS Congo, Brazzaville, 3 p.
- SCHWARTZ, D. & LANFRANCHI, R., 1990. L'origine des gisements d'or du Mayombe central (Congo). Quelques hypothèses. In: LANFRANCHI, R. & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. ORSTOM, Paris, pp. 155-160.
- SCHWARTZ, D., DECHAMPS, R., ELENGA, H., LANFRANCHI, R., MARIOTTI, A. & VINCENS, A., 1995. Les savanes du Congo : une végétation spécifique de l'Holocène supérieur. In: LE THOMAS, A. & ROCHE, E. (Eds.). *Deuxième Symp. de Palynologie africaine*. Public. occas. du CIFEG n° 31, Orléans, p. 99-108.
- SCHWARTZ, D., ELENGA, H., VINCENS, A., ACHOUDONG, G., ALEXANDRE, A., BERTAUX, J., GIRARDIN, C., GUILLET, B., MALEY, J., MARIOTTI, A., NAMUR, C. de & YOUTA HAPPI J., (à paraître). Origine et évolution des savanes des marges forestières en Afrique Centrale atlantique (Cameroun, Gabon, Congo). Approche aux échelles millénaires et séculaires. In: Symposium ECOFIT.
- SCHWARTZ, D., LANFRANCHI, R., DECHAMPS, R. & FOURNIER, M., (à paraître). Archéologie du Mayombe, une synthèse. In: REVERSAT, F. & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Le Mayombe congolais. Bilan des recherches ORSTOM 1985 - 1993*. UNESCO, collect. "Projet pilote Mayombe", 13 p. + illustrations.
- SEGALEN, P., 1969. Le remaniement des sols et la mise en place de la stone-line en Afrique. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, VII, 1, 113-127.
- SHARPE, C.F.S., 1938. *Landslides and related phenomena*. Columbia Geomorphic studies n°2, New York.
- SOYER, J., 1987. Rôle des termites dans la formation du complexe de la stone-line. *Geo-Eco-Trop*, 11, 1-4, 97-108.
- STOOPS, G., 1967. Le profil d'altération au Bas-Congo (Kinshasa). Sa description et sa genèse. *Pédologie*, XVII, 1, 60-105.
- STOOPS, G., 1987. Contribution of in situ transformations to the formation of stone-layer complexes in Central Africa. *Geo-Eco-Trop*, 11, 1-4, 139-149.
- TAMURA, T., 1984. Some regolith stratigraphic data on the Late Quaternary environmental changes in the West Cameroon highlands. In : KADOMURA, H

(Ed.). *Natural and man-induced environmental changes in tropical Africa. case studies in Cameroon and Kenya*. Hokkaido Univ., Sapporo, pp. 45-59.

- TAMURA, T., 1990. Late quaternary landscape evolution in the west Cameroon highlands and the Adamaoua plateau. In : LANFRANCHI, R & SCHWARTZ, D. (Eds.). *Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique*. ORSTOM, Paris, pp. 298-313.
- VAN MOORSEL, H., 1968. *Atlas de préhistoire de la plaine de Kinshasa*. Univ. Lovanium, Kinshasa, 287 p.
- VINCENS, A., BUCHET, G., ELENGA, H., FOURNIER, M., MARTIN, L., NAMUR, C. de, SCHWARTZ, D., SERVANT, M. & WIRRMANN, D., 1994. Changement majeur de la végétation du lac Sinnda (vallée du Niari, Sud-Congo) consécutif à l'assèchement climatique holocène supérieur : apport de la palynologie. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 318, II, 11, 1521-1526.
- VINCENS, A., ELENGA, H., REYNAUD-FARRERA, I., SCHWARTZ, D., ALEXANDRE, A., BERTAUX, J., MARIOTTI, A., MARTIN, L., MEUNIER, J.D., NGUETSOP, F., SERVANT, M., SERVANT-VILDARY, S. & WIRRMANN, D. (à paraître). Forests response to climate changes in Atlantic Equatorial Africa during the last 4000 years B.P. and inheritance on the modern landscapes. In : Symposium ECOFIT.
- VINCENT, P.L., 1966. Terrains d'altération et de recouvrement en zone intertropicale. B- Les formations meubles superficielles au sud du Congo et du Gabon. *Bull. BRGM*, 4, 53-111.
- VOGT, J., 1966. Terrains d'altération et de recouvrement en zone intertropicale. A- Le complexe de la stone-line. Mise au point. *Bull. BRGM*, 4, 2-51.