

COMPOSITION, PROFONDEUR ET RÉPARTITION SPATIALE DES STONE-LINES DU SUD-SHABA (ZAÏRE)

PAR

ALONI K. *, MBENZA M. * & J. ALEXANDRE **

RÉSUMÉ. — L'observation systématique des stone-lines dans un quadrillage de puits de prospection permet d'éviter le biais dû à une limitation aux affleurements livrés par les fossés et les tranchées du réseau routier, qui affectent essentiellement les points culminants et les rebords de plateau. Dans les cinq secteurs analysés, la stone-line est absente dans 44% des cas, à cause, soit de l'absence d'éléments résiduels grossiers (12%), soit de la pente trop forte qui s'oppose à la structuration en trois niveaux (32%). Une grande partie des stone-lines (85%) ont un matériel grossier en rapport avec le substratum, plaidant pour une origine résiduelle avec des déplacements très limités qui expliqueraient la proportion assez élevée des épaisseurs supérieures à 50 cm (88%). La profondeur à laquelle se trouve la stone-line est relativement grande (2-7 m) et varie plus d'un secteur à l'autre qu'au sein d'un même secteur. Il faut rechercher la cause de ce phénomène, les substrats étant peu différents, dans l'histoire géomorphologique de chaque secteur depuis la formation de la surface d'érosion (tertiaire ?) à laquelle la stone-line est souvent associée.

SAMENVATTING. — *Samenstelling, diepte en ruimtelijke verdeling van stone-lines van Zuid-Shaba (Zaire).* — De systematische waarneming van de stone-lines in een vierkant netwerk van prospectie-putten laat toe de toevalligheid te vermijden die veroorzaakt wordt door ontsluitingen die beperkt zijn tot grachten en uitgravingen van het wegennet, die vooral de hoogste punten en de randen van het plateau aansnijden. In de vijf geanalyseerde sectoren is de stone-line afwezig in 44% van de gevallen, ter oorzaak van ofwel de afwezigheid van grof residueel materiaal (12%), ofwel de te sterke helling die de structuratie in drie niveaus verhindert (32%). Een groot deel van de stone-lines (85%) hebben een grof materiaal dat in verband staat met het substratum, hetgeen pleit voor een residuele oorsprong met zeer beperkte verplaatsingen, die het tamelijk hoge percentage van stone-lines dikker dan 50 cm zouden verklaren (88%). De diepte waarop de stone-line zich bevindt is tamelijk groot (2-7 m) en verschilt meer van de ene sector tot de andere dan in één zelfde sector. Daar de

* Département de Géographie, B.P. 1825, Lubumbashi (Zaire).

** Laboratoire de Géomorphologie intertropicale, Université de Liège, Place du 20 Août 7, B-4000 Liège (Belgique).

substraten weinig verschillen, moet de oorzaak van dit fenomeen gezocht worden in de geomorfologische geschiedenis van elke sector vanaf de vorming van de (tertiaire ?) erosie-oppervlakte waaraan de stone-line dikwijls verbonden is.

SUMMARY. — *Composition, depth and spatial distribution of the stone-lines of Southern Shaba (Zaire).* — Systematic observation of the stone-lines in a squared network of prospecting bore holes enables one to avoid the bias inherent in an approach which limits itself to outcrops of the drain or road trenches which affect principally the highest points or the plateau edges. In the five areas analyzed, stone-lines are absent in 44% of the cases, because of a lack of coarse residual components (12%) or of too steep slopes which impede the structuration in three levels (32%). A large proportion of the stone-lines (85%) are made of coarse material related to the bed-rock, suggesting a residual origin with limited shifts which might explain the large percentage of stone-lines thicker than 50 cm. The depth the stone line is lying at is fairly important (2-7 m) and varies more from one area to the other than inside a particular area. As the bed-rocks are not very different, the cause of this phenomenon is to be looked for in the geomorphological history of each area since the formation of the erosion surfaces (Tertiary ?) the stone-line is linked with.

Introduction

Malgré une littérature déjà très abondante et des synthèses souvent fort fouillées sur les stone-lines, comme celle effectuée par VOGT (1966), l'intérêt de l'étude des niveaux grossiers des sols ne cesse de s'accroître. Celui-ci s'explique autant par l'importance des significations d'ordre géomorphologique, pédologique, paléoclimatique et archéologique qu'on leur accorde que par le souci toujours plus grand de mieux comprendre le processus complexe de leur mise en place.

Plusieurs hypothèses ont été formulées, en effet, à propos de la concentration des matériaux grossiers en un niveau dans le sol et de leur recouvrement par un manteau d'éléments fins présentant très souvent des parentés texturales avec le substratum en place, malgré la discontinuité introduite par la stone-line.

Il convient cependant de reconnaître que beaucoup de ces hypothèses sont parfois construites sur des observations localisées et n'ont, de ce fait, qu'une portée limitée. Si les conclusions qu'elles permettent d'établir ne sont pas nécessairement fausses, leur généralisation à d'autres milieux doit se faire avec discernement.

En ce qui concerne l'Afrique, les travaux les plus nombreux sur les stone-lines ont été principalement effectués en Afrique occidentale et dans une moindre mesure, en Afrique centrale. Rien ou presque rien n'a été entrepris en Afrique australe et orientale à la frontière desquelles se situe le Shaba méridional.

En effet, devant la diversité reconnue des niveaux à éléments grossiers, définis comme «stone-lines» depuis que ce terme a été utilisé par les auteurs anglo-saxons pour désigner, à l'origine, une simple ligne de pierres, la nécessité de disposer partout d'observations locales détaillées s'avère indispensable pour parvenir à des synthèses plus satisfaisantes sur les caractéristiques et les conditions de formations des stone-lines.

La présente étude entreprise dans cette optique ainsi que celle de vérifier la possibilité d'étendre au Shaba les conclusions de travaux effectués dans d'autres régions vise à fournir des observations faites systématiquement sur les stone-lines, notamment la composition de leurs matériaux constitutifs, leur profondeur et leur répartition spatiale.

Procédé d'étude

Le travail a été réalisé en se fondant sur les données fournies par les puits de prospection minière entrepris par le Service géologique de la Gécamines dans les secteurs de Kamwali, Midiashi, Luishia et Shangulowe situés approximativement le long de l'axe ferroviaire Lubumbashi-Kolwezi, à une distance respectivement de 50, 70, 80 et 130 km de Lubumbashi, ainsi que dans les environs de Lubumbashi même (Fig. 1). Les puits ont été pratiqués à un intervalle de 100 m ou 200 m suivant la nature des terrains, dans un périmètre d'étendue variable, de 4 à 84 km². Au total, les données de 1221 puits ont été récoltées dont un échantillon de 1075 profils a fait l'objet d'une analyse détaillée.

Souignons qu'opéré dans un but bien précis, le choix des sites de prospection du cuivre peut, à première vue, biaiser l'échantillon. Si, en effet, on constate dans les sites prospectés une prédominance des formations géologiques favorables à la minéralisation telles que la série des Mines (CMN, SD, RSC, RSF), les roches des autres niveaux stratigraphiques de la région, sont également présentes notamment les schistes et les schistes gréseux des Kundelungu inférieur et supérieur ainsi que la tillite du Grand Conglomérat à la base du Kundelungu inférieur (Fig. 2). Toutes ces formations géologiques appartiennent au système du Katanguien d'âge précambrien. Au point de vue géomorphologique, les secteurs prospectés réunissent à peu près tous les grands traits des ensembles morphologiques reconnus au Shaba méridional, à savoir : de vastes surfaces d'aplanissement à pente faible, des buttes résiduelles à pente relativement forte pouvant atteindre ou même dépasser localement des valeurs de l'ordre de 30°, notamment dans la partie sommitale où la roche en place affleure souvent, de larges dépressions avec

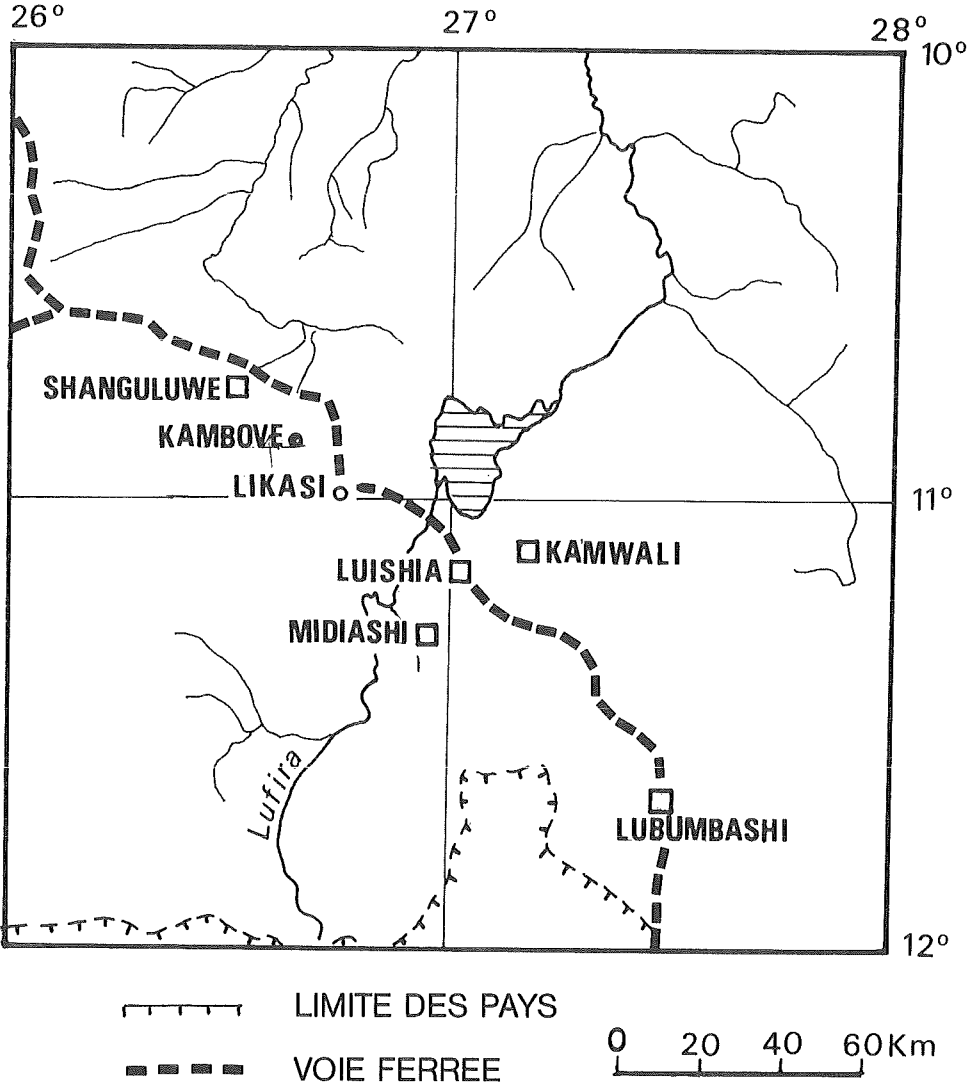


Fig. 1. – Localisation des secteurs étudiés.

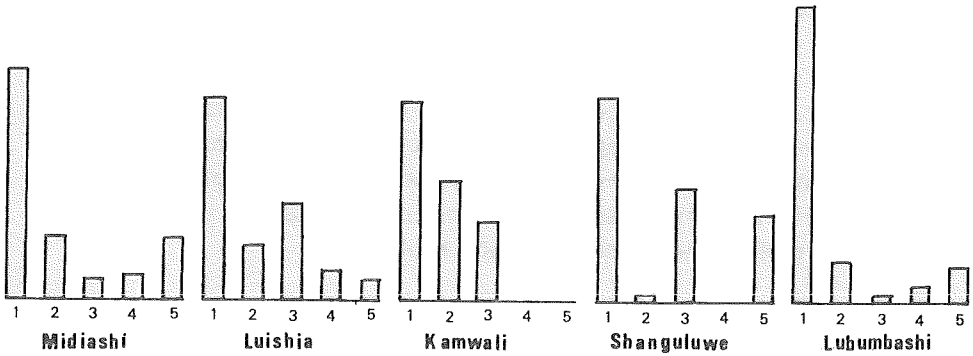


Fig. 2. — Composition pétrographique du substratum par secteur : (1) Roches schisteuses et schistes dolomitiques, (2) Roches gréseuses, (3) Roches dolomitiques ou silicifiées, (4) Conglomérat et tillite, (5) Roches indéterminées.

parfois des thalwegs incisés plus ou moins profondément, témoins d'une reprise récente d'érosion qui a pu localement disséquer les surfaces d'aplanissement. C'est le cas des secteurs de Shangulowe et Kamwali, relativement découpés avec des pentes parfois accusées. Dans les autres secteurs et surtout dans les environs de Lubumbashi, les surfaces d'aplanissement sont plus développées. Leur pente ne s'élève guère au-dessus de 2 ou 3° qu'aux abords des rares vallées encaissées ou des nombreuses buttes résiduelles.

Le quadrillage des puits a permis une observation systématique des stone-lines évitant ainsi le biais imposé par les routes en déblais dont l'échantillon s'applique essentiellement au rebord du plateau ou aux lignes de crête.

Les profils ont été analysés niveau par niveau quant aux caractéristiques de leurs matériaux : nature lithologique, couleur, dimension, forme, disposition, type et profondeur des contacts entre niveaux, ... On a, d'autre part, utilisé les cartes dressées par le Service Géologique de la Gécamines pour la localisation des puits. Des observations occasionnelles sur des coupes naturelles ou artificielles le long des cours d'eau et en bordure des routes ont parfois permis de préciser certaines observations effectuées à partir des puits.

Des 1075 profils étudiés, 601 soit environ 56% sont des profils à trois niveaux avec une stone-line, 130 soit 12% des profils à deux niveaux c'est-à-dire sans stone-line, le contact entre la couverture fine et le substratum étant marqué par une limite nette, et enfin 344 profils soit 32% sont sans structure. Il s'agit, pour ces derniers, de dépôts de pente où la couverture fine

contient des éléments grossiers sur toute son épaisseur ou de profils où la roche en place affleure. Le tableau 1 donne la répartition par secteur de ces types de profils. À l'exception de Luishia où le nombre d'observations est très élevé, on peut facilement remarquer que cette répartition est relativement équilibrée. De ce fait, le rapport entre le secteur où le nombre de profils est le plus bas et celui où il est le plus élevé est à peine supérieur à 2. C'est à Shangulowe et Kamwali, secteur relativement plus disséqué, que la proportion des profils à stone-lines est la plus faible.

Nature des matériaux des stone-lines

Les matériaux constitutifs de l'ensemble des stone-lines observées ont été regroupés en six classes en fonction de leur composition principale. Ceci a permis de distinguer alors six types de stone-lines, à savoir :

- les stone-lines à débris de roche en place ;
- les stone-lines à fragments de quartz anguleux ;
- les stone-lines à grenaille latéritique ;
- les stone-lines à matériaux roulés, c'est-à-dire gravillons, graviers ou cailloux roulés ;
- les stone-lines à cuirasse latéritique bien compacte ou dans un état de démantèlement avancé ;
- les stone-lines à débris de roche en place et éléments roulés mélangés.

Si cette distinction est, à n'en point douter, relative parce que toutes les stone-lines sont pratiquement composées de matériaux assez différents, elle permet néanmoins d'avoir une idée des tendances qui se révèlent au premier coup d'œil lors des observations. Elle constitue donc un critère pratique, facilement utilisable sur le terrain.

Les différents types de stone-lines ainsi distingués sont repris au tableau 2. Comme on peut facilement s'en rendre compte, les proportions varient dans un intervalle de 7 à 52%. Ce sont les débris de roche en place qui constituent les matériaux les plus fréquents des stone-lines. Tandis que la grenaille latéritique n'est un matériau constitutif que dans 7% des stone-lines de la région. Cette proportion paraît faible, surtout si on la compare à l'étendue très grande des sols polygéniques du Shaba très souvent chargés de gravillons latéritiques (SYS 1961, ALONI 1975). La raison est que probablement beaucoup de concrétions tels que les débris de roches très indurées malgré leur apparence externe semblable aux gravillons latéritiques n'ont pas été considérés comme matériaux de la grenaille latéritique au sens strict. En

Tableau 1
Répartition par secteur des types de profil

Secteur	Profil à 3 niveaux (stone-line présente)		Profil à 2 niveaux contact direct (stone-line absente)		Profil sans structure		Total des profils	
	n	%	n	%	n	%	n	%
SHANGULOWE	50	4.7	6	0.6	85	7.9	141	13.1
LUIISHIA	230	21.4	45	4.2	124	11.5	399	37.1
KAMWALI	81	7.5	23	2.1	42	3.9	146	13.6
MIDIASHI	119	11.0	46	4.3	70	6.5	235	21.9
LUBUMBASHI	121	11.3	10	0.9	23	2.1	154	14.3
Ensemble de la région	601	55.9	130	12.1	344	32.0	1075	100

Tableau 2
*Composition des matériaux des stone-lines par secteur
et pour l'ensemble de la région (en pourcent)*

Secteur	NATURE DES MATÉRIEAUX CONSTITUTIFS						Cuirasse latéritique	Grenaille latéritique
	Débris de roche en place	Fragment de quartz angu- leux	Éléments roulés (gravier et cailloux)	Débris de roche et élément	Débris de roche et élément	Débris de roche et élément		
SHANGULOWE	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
LUIISHIA	14.1	0.5	1.4	5.5	5.5	1.4	3.6	1.4
KAMWALI	11.2	0.0	0.7	0.1	0.1	1.5	2.6	1.5
MIDIASHI	17.1	2.4	3.0	0.3	0.3	0.7	2.2	0.7
LUBUMBASHI	0.5	8.1	6.2	0.4	0.4	2.9	2.9	3.6
Ensemble de la région	52.4	11.0	11.4	6.3	6.3	11.8	11.8	7.2

outre, certains types de matériaux de stone-lines comme la cuirasse latéritique en démantèlement peuvent comporter une importante fraction de gravillons libres non considérés comme grenaille à part entière à cause des limites imposées par le critère de classement. La grenaille latéritique est, en tout cas, présente dans au moins 40% des stone-lines à matériaux hétérogènes de la région.

La part des stone-lines décrites, par manque de terme plus spécifique comme formées à la fois de débris de roche et d'éléments roulés est d'environ 7%.

La composition des stone-lines considérée par secteur ne montre de différence relativement importante que pour les environs de Lubumbashi où, contrairement à la proportion élevée et relativement équilibrée observée dans les autres secteurs, la part des stone-lines composées de débris de roche en place est très faible, à peine 0,5% contre 9, 11, 14 et même 17% respectivement à Shangulowe, Kamwali, Luishia et Midiashi. Par contre, les stone-lines composées de fragments de quartz s'y rencontrent avec une proportion assez élevée (8%), alors que dans les autres secteurs elle est nulle ou très faible, sauf à Midiashi, avec 2.4%. C'est également dans le secteur de Lubumbashi que les proportions de stone-lines composées d'éléments roulés et de grenailles latéritiques (6 et 4%) sont les plus élevées. La composition des stone-lines faites de débris de roche et d'éléments roulés, très souvent des gravillons latéritiques, est le mieux représentée (5,5%) dans les environs de Luishia.

En comparant les types de stone-lines dans un même secteur, on constate que c'est à Lubumbashi que la diversité est la plus grande, tandis qu'elle est la plus faible à Shangulowe où plus de 90% des stone-lines sont composées de débris de roche. La situation des autres secteurs est intermédiaire. Elle s'approche de l'une ou l'autre composition extrême suivant que le secteur est plus ou moins disséqué.

La composition des débris de roche en place, principaux matériaux constitutifs des stone-lines relève des trois principales natures pétrographiques :

- des débris de roches schisteuses,
- des débris de roches gréseuses, dolomitiques ou silicifiées,
- des débris de roches conglomératiques ou tillitiques.

Dans plus de 50% des cas, ces débris ont été soit latéritisés (ferruginisés) soit silicifiés et sont, de ce fait, très souvent indurés. Les débris de schiste constituent de ce fait le matériau de plus de 60% des stone-lines à débris de roche.

Les débris de roches gréseuses, dolomitiques ou silicifiées entrent dans la composition d'environ 35% tandis que la proportion des débris de roches tilliteuses et conglomératiques n'est que de moins de 5% de toutes les stone-lines à débris de roche.

Considérées par secteur, les observations les plus intéressantes sur la composition des stone-lines à débris de roche ont été effectuées dans le secteur de Lubumbashi où, bien que le substratum soit à plus de 70% constitué de roches schisteuses, les débris de schiste ne constituent les matériaux principaux des stone-lines que dans 10% des cas. Ceci s'explique notamment par l'intensité très poussée de l'altération des schistes, du reste très tendres ne laissant subsister aucun élément résiduel en dehors des sites favorables où les débris de roche ont pu être indurés ou encore localement aux emplacements des filons de quartz par ailleurs très abondants dans le secteur de Lubumbashi, comme l'indique la proportion élevée des stone-lines à fragments de quartz (environ 56% des stone-lines de cette catégorie).

Dans les autres secteurs, la distribution parmi les natures pétrographiques des roches est plutôt relativement équilibrée, traduisant la relation qui existe souvent entre la stone-line et le substratum en place.

Organisation interne des matériaux

Par l'organisation interne, il faut entendre la manière dont les matériaux sont disposés au sein des stone-lines. En effet, suivant l'importance et la fréquence des remaniements subis au cours des temps ainsi qu'en fonction des apports extérieurs plus ou moins lointains, des différences peuvent apparaître dans la disposition des matériaux des stone-lines. On peut distinguer trois dispositions particulières :

- les matériaux disposés en une couche plus ou moins épaisse ;
- les matériaux disposés en une simple ligne ou en couche mince de moins de 0.5 m ;
- les matériaux disposés en couches superposées d'épaisseur variable.

Les stone-lines d'épaisseur inférieure à 0,5 m sont envisagées dans le même groupe que celles en simple ligne de matériaux du fait de la méthode d'observation, les matériaux retirés de chaque puits de prospection étant disposés en un seul tas pour chaque mètre de profondeur. De cette manière, la disposition en simple ligne des matériaux, qui seule devrait s'appeler stone-line selon le sens initial donné à ce terme par les auteurs anglo-saxons, n'a pu être distinguée.

Les stone-lines d'épaisseur supérieure à 0,5 m ont une disposition des matériaux en couche unique ou en couches superposées d'épaisseur variable. Nous considérons que la disposition en couche unique est homogène quand tous les matériaux ont une même forme, plus ou moins arrondie ou relativement anguleuse pour une même composition. La disposition est hétérogène quand les matériaux constitutifs sont arrondis et anguleux et/ou de composition différente.

Les données d'épaisseur d'où sont déduites les différentes dispositions de matériaux peuvent être résumées de la manière suivante (tableau 3). Pour l'ensemble de la région, les épaisseurs des stone-lines varient dans un intervalle de quelques centimètres à une vingtaine de mètres. Cette dernière valeur a été observée dans le secteur de Lubumbashi. Il s'agit probablement d'un dépôt de terrasse alimenté par des matériaux provenant du Grand Conglomérat. Aussi surprenant que cela puisse paraître pour qui observe les fossés des routes, les épaisseurs des stone-lines ne sont inférieures à 0,5 m que dans 12% des cas. C'est dans le secteur de Lubumbashi et de Shangulowe que les stone-lines sont les moins épaisses (35 et 25% des stone-lines ne dépassent pas 0,5 m). Dans presque tous les secteurs, ce sont les stone-lines à fragments de quartz qui sont généralement les moins épaisses, environ 40% des stone-lines de cette catégorie ont une épaisseur inférieure à 0,5 m. Cette proportion est de 10, 2 et 1% respectivement pour les stone-lines à matériaux mélangés, à débris de roche et à éléments roulés.

Il découle de ces observations que la disposition des matériaux en une couche est la plus courante. Elle est le plus souvent homogène, bien qu'il ne soit pas rare de trouver des stone-lines en couche unique ou en couches superposées qui soient hétérogènes. Dans ce cas, les matériaux au sein de la couche peuvent s'organiser soit en niveaux plus ou moins stratifiés, soit en un seul niveau où les matériaux sont mélangés intimement.

Il faut mettre l'accent sur l'organisation interne dans les stone-lines en couche unique homogène à débris de roche ou à grenailles latéritiques. Dans ces deux cas, il existe un gradient d'induration des matériaux de bas en haut. C'est ainsi, par exemple, que pour les stone-lines à débris de roche qui sont du reste les plus répandues dans la région, on observe à la base de la couche la présence des débris tendres, fraîchement détachés de la roche en place. Dans les secteurs où les filons de quartz sont présents, cette partie de la couche est marquée par le fauchage de filons de quartz vers le bas. En montant, l'induration des matériaux augmente ainsi que leur arrondi, de telle sorte que dans la partie supérieure les débris très indurés perdent complètement leur aspect extérieur pour ressembler à des concrétions subarrondies