

## CONES DE SUFFOSION SUR LE PLATEAU DES KUNDELUNGU

(Note préliminaire)

par

J. Soyer \*

### ABSTRACT

Cones derived from piping have been observed around Kibwe wa Sanga, 270 km to the north of Lubumbashi, on the northern side of the Kundelungu plateau.

The cones, being 1-2 m high and a radius of 10 to 30 m, are found at the base of a gentle slope.

In two cases the cones are associated with an active source. Well sorted sand (Qdphi 0,15 to 0,20), free of fine particles (only 0,3 % of material less than 0,150 mm) is continually thrown onto the centre of the piping crater. In contrast the sides of the cones are of rather unsorted sand (Qdphi 0,69 to 1,15 ) with an important proportion of fines (24 - 44 % of material less than 0,100 mm).

In the case of a third, older cone, water no longer overflows the crater but makes its way to the base of the slope through an underground tunnel. The sides of this cone are essentially made of reddish brown (5 YR 5/8 - 4/6) badly sorted silty sand (Qdphi 0,77 to 1,71).

Around Kibwe wa Sanga, the piping is particularly active because of the nature of the substratum which is composed of sandstone (arkose of the Kilungu Lupili - upper Kundelungu) with large enough particles (median of 0,275 mm). The original porosity is not only derived from the weathering of the feldspars but also from the dissolution of the carbonate cement (P. DUMONT). On coming to the surface, the phreatic water carries the fine particles and spreads them with some sand in a cone-like deposit.

These forms of accumulation seem to be shortlived enough since the progress of dissolution involves collapse and the development of pseudokarst.

\* Département de Géographie, Université Nationale du Zaïre, B.P. 1825, Lubumbashi.

KIBWE WA SANGA - Cône de sulfosion ancien

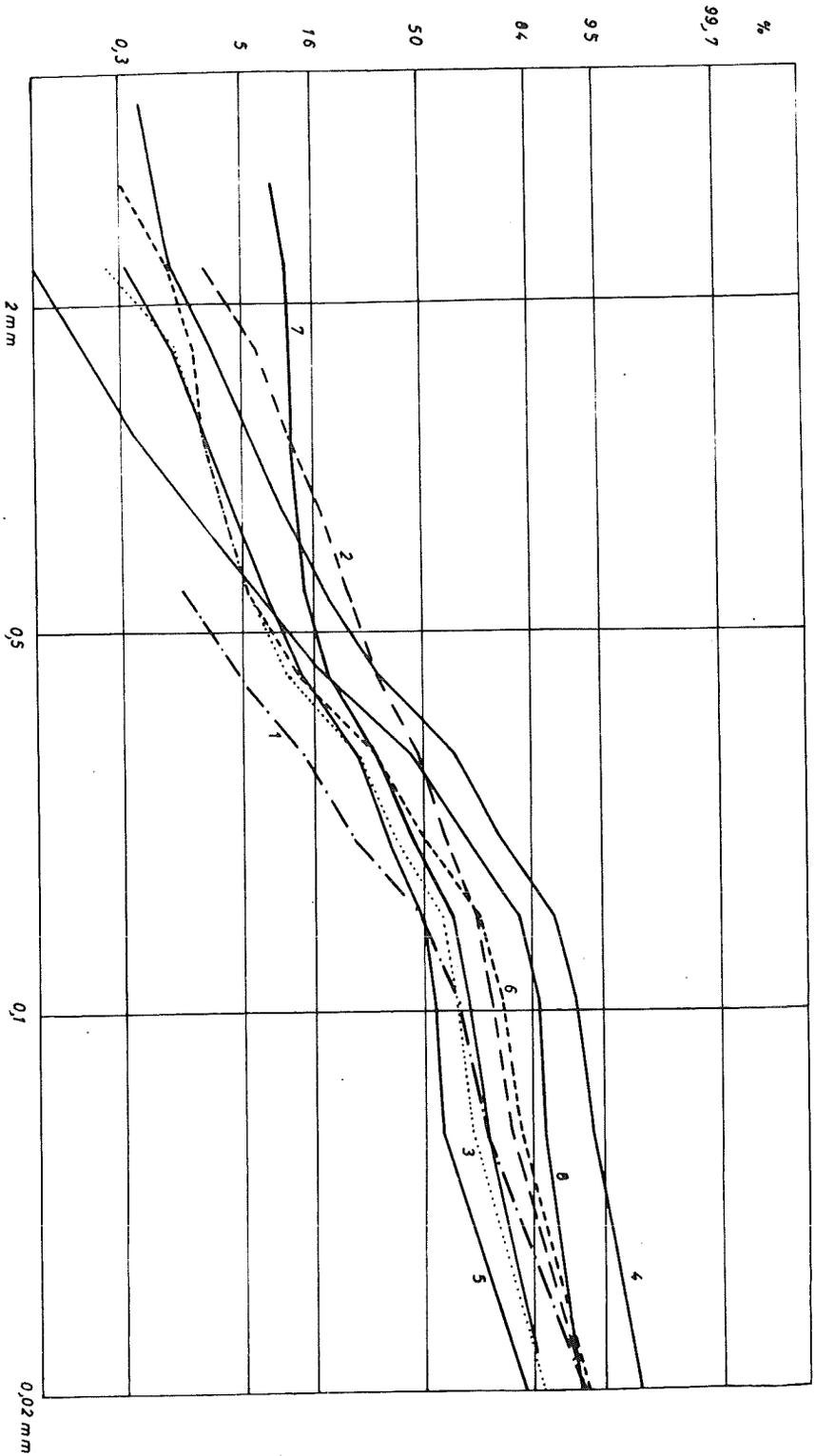


Figure 2

KIBWE WA SANGA - Cónes de sulfosion actuales

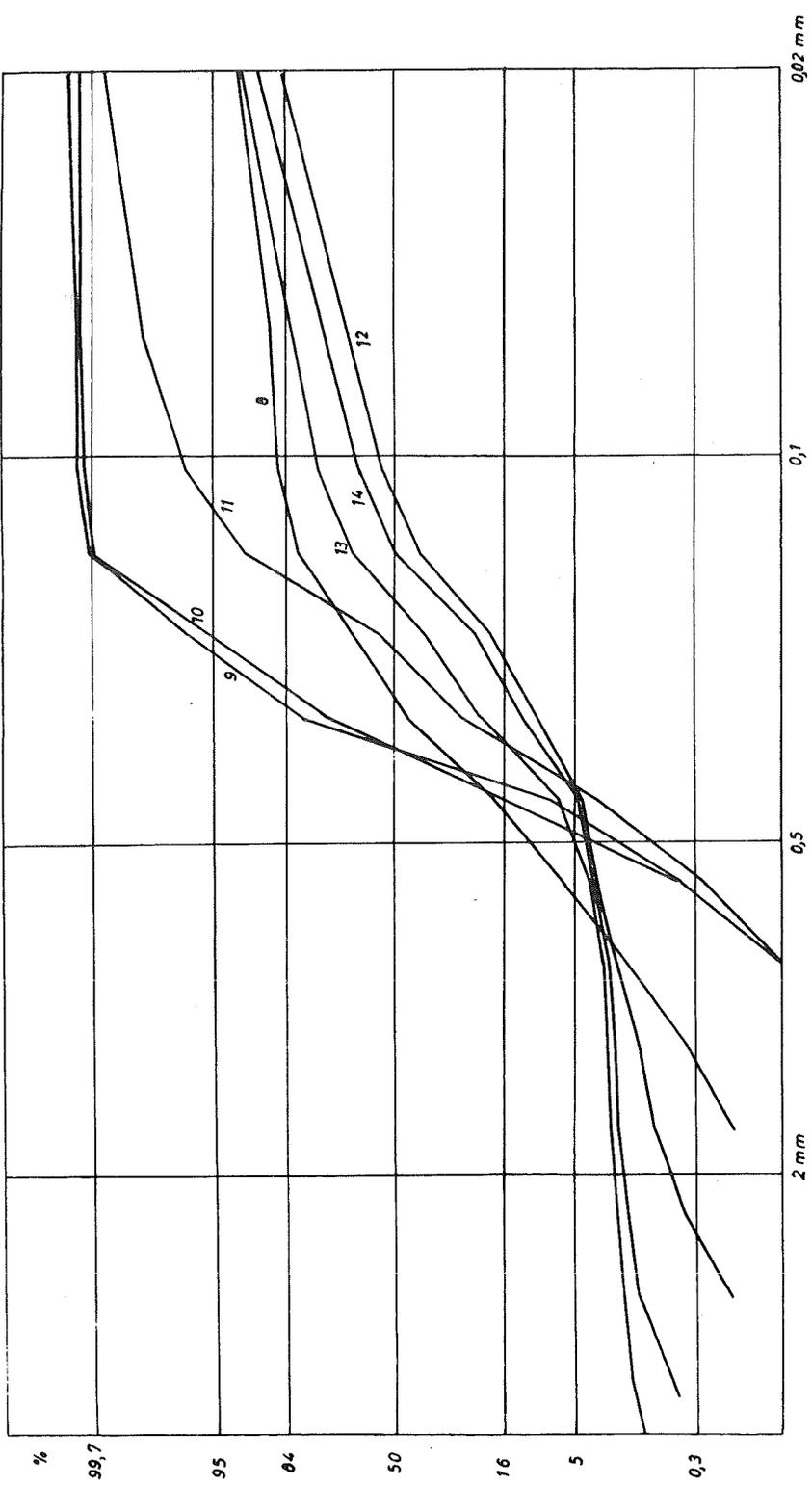


Figure 1

Des formes pseudokarstiques en dépression, occasionnées par la suffosion, sont bien connues. Par contre les formes d'accumulation sont beaucoup plus rares et n'ont dès lors guère été signalées.

Les cônes de suffosion, qui font l'objet de la présente note, ont été observés dans le secteur de Teka (9° 21' S. 27° 37' E), à une vingtaine de km au sud-ouest de Kibwe wa Sanga dans la partie septentrionale du plateau des Kundelungu.

Ce plateau s'étend sur plus de 50 km de large dans sa partie nord entre les escarpements qui dominent d'une part, à l'ouest, Sampwe et la plaine de la Lufira et d'autre part, à l'est, Kilwa et le lac Moero. Le plateau des Kundelungu culmine à Kibwe wa Sanga même à 1772 m.

Sous des formations superficielles variées, constituées de sables, de cuirasses ferrugineuses, de cailloutis etc., on rencontre au sommet du plateau l'arkose de Kilungu Lupili (Kundelungu supérieur), plissée en auge synclinale de direction NE – SW dans la partie la plus septentrionale du plateau (P. DUMONT, 1966).

Les couches sous-jacentes, appartenant également au Kundelungu supérieur, comprennent successivement :

- les grès carbonatés de la Kapenga,
- les grès de Sonta supportant la corniche principale de l'escarpement limitant le plateau ;
- les schistes de Sampwe. (P. DUMONT, 1966).

Les cônes de suffosion du secteur de Teka sont situés vers le bas d'un versant en pente douce d'une vallée très évasée. La végétation actuelle est constituée d'une savane à herbes courtes.

Deux cônes sont associés à des sources actives dont les eaux s'écoulent par une entaille au travers du cratère. Les cônes ont environ 1,5 m de haut et leur génératrice a une quinzaine de mètres.

Les sources maintiennent en suspension du matériel exclusivement sableux, tandis que les flancs des cônes sont constitués de sable limoneux.

A quelques centaines de mètres des deux cônes précédents, se trouve un cône plus vaste et plus élevé. En son sommet s'ouvre un cratère au fond duquel, à 4 m de profondeur, coule un filet d'eau amené par un conduit souterrain creusé dans l'arkose altérée. Ce filet d'eau s'infiltré vers l'aval au travers d'une masse de blocs de grès et de sable et contribue à alimenter une source située en contrebas.

Les parois internes du cratère de ce cône ancien permettent d'observer, de haut en bas :

1. sable limoneux brun-rougeâtre (5 YR 4/6) (éch. 1)
2. horizon humifère de 20 cm d'épaisseur ; sable limoneux (éch. 2) brun-noirâtre (7.5 YR 2/3) avec débris de racines
3. sable limono-argileux brun-rougeâtre foncé (5 YR 3/4) (éch. 3)
4. mince lentille de sable assez grossier brun-rougeâtre (5 YR 4/6) (éch. 4)
5. horizon humifère de 50 cm d'épaisseur ; sable limono-argileux brun-rougeâtre noir (5 YR 2/3) (éch. 5)
6. sable limoneux brun-rougeâtre (5 YR 5/8) (éch. 6)
7. même matériel que ci-dessus, faiblement consolidé par endroits (éch. 7).
8. grès rose (7.5 R 5/4) du substratum altéré (éch. 8).

Les résultats des analyses granulométriques sont présentés par les courbes cumulatives (fig. 1 et 2) ainsi que par le tableau I groupant les principaux paramètres granulométriques.

Les sables (éch. 9 et 10) agités continuellement par les sources dans les deux cônes encore actifs, sont très bien classés (Qdphi 0,20 et 0,15). Non seulement les fractions argileuses et limoneuses ont été éliminées, mais également les sables fins : il ne subsiste en effet que 0,3% de grains inférieurs à 0.150 mm. Le courant d'eau au sein des sources réalise ainsi une lévigation particulièrement efficace.

Les sédiments déposés dans le cratère même de suffosion, en bordure du conduit d'amenée d'eau, sont débarrassés quasi complètement des argiles et des silts très fins (0,4% du matériel est inférieur à 0,020 mm). Par contre il subsiste un peu de silt grossier et surtout de sable fin. Le classement est encore bon (Qdphi 0,38).

Les dépôts constituant les flancs des cônes associés à une source active (éch. 12, 13 et 14) sont caractérisés par un mauvais classement (Qdphi 0,94, 0,69 et 1,15) et une proportion importante de fines (24 à 44% de matériel inférieur à 0,100 mm). Les quelques pourcents du sédiment supérieurs à 1 mm sont, en fait, des agrégats généralement peu consolidés.

En ce qui concerne les dépôts du cône ancien, les sédiments sont généralement mal classés car ils sont composés de matériel hétérogène comprenant quelques gravillons, des sables de toute taille et une proportion importante de fines. Les dépôts anciens sont aussi mal classés et parfois plus mal classés encore que les dépôts des flancs des cônes actuels (valeurs extrêmes de Qdphi de 1,47 et 1,71). Par rapport au grès altéré du substratum (éch. 8), on observe à la fois un enrichissement en éléments grossiers et en éléments fins. L'enrichissement en éléments grossiers est dû surtout à la présence d'agrégats, tandis que l'accroissement relatif en fines peut être attribué à l'accumulation de produits de débordement sortant du cratère de suffosion.

Tableau I. Valeurs des principaux paramètres granulométriques

Ech. n°	Mediane en mm	Qdphi	Classement	Asymétrie	Kurtosis
1	0,145	1,02	1,49	+0,37	0,97
2	0,277	1,36	2,19	+0,23	1,08
3	0,170	1,45	1,79	+0,38	0,82
4	0,342	0,62	0,97	+0,04	1,04
5	0,137	1,71	2,03	+0,27	0,79
6	0,208	0,77	1,48	+0,12	1,28
7	0,188	1,47	1,98	+0,27	0,90
8	0,275	0,58	0,96	+0,26	1,10
9	0,338	0,15	0,24	+0,04	1,07
10	0,338	0,20	0,33	+0,09	1,10
11	0,225	0,38	0,50	-0,13	0,89
12	0,119	1,15	1,74	+0,44	1,00
13	0,183	0,69	1,34	+0,36	1,30
14	0,150	0,94	1,52	+0,47	1,08

N.B. - indice de classement (*INMAN*, 1952) :  $\frac{\text{phi } 84 - \text{phi } 16}{2}$

- indice d'asymétrie (*INMAN*, 1952) :  $\frac{\text{phi } 16 + \text{phi } 84 - 2 \text{ phi } 50}{\text{phi } 84 - \text{phi } 16}$

- indice de kurtosis (*DYER*, 1970) :  $\frac{\text{phi } 84 - \text{phi } 16}{1,5 (\text{phi } 75 - \text{phi } 25)}$

Du sable (éch. 4) plus grossier (médiane 0,342 mm) et mieux classé (Qdphi de 0,62) provient d'une mince lentille qui correspond très probablement à un ancien chenal qui a entaillé le cratère de suffosion.

La genèse des cônes s'explique par le jaillissement de sources qui entraînent à la surface les produits mis en suspension et ensuite déposés progressivement à la périphérie du cratère.

Ces matériaux sédimentés sur les flancs des cônes montrent un assez mauvais classement qui les apparentent aux dépôts de ruissellement.

Le façonnement du cône ancien est certes plus complexe puisque deux horizons humifères témoignent de phases probablement plus humides avec une végétation plus abondante que l'actuelle.

Dans la région de Kibwe wa Sanga, la suffosion est favorisée par plusieurs facteurs :

- le substratum est constitué d'une arkose à grains assez grossiers (médiane 0,275 mm) ;

- la porosité originelle du grès a été accrue par l'altération météorique des feldspaths ;

- la perméabilité de la roche a pu augmenter également par la dissolution du ciment fréquemment carbonaté (P. DUMONT, communication orale) dans l'arkose de Kilungu Lupili.

La circulation des eaux est canalisée en certains endroits par des conduits souterrains comme celui qui a été observé au fond du cratère du cône ancien. Il semble bien que l'extension du réseau souterrain et les progrès de l'altération du substratum provoquent des effondrements qui font disparaître peu à peu les cônes de suffosion. Dans cette même région de Kibwe wa Sanga en effet, de multiples dépressions fermées, dont certaines de plusieurs dizaines de mètres de diamètre, témoignent de l'importance de la suffosion.

Ainsi les cônes de suffosion constitueraient au point de vue de l'évolution géomorphologique du plateau des Kundelungu des formes relativement éphémères liées à l'extension d'un pseudo-karst.

### REMERCIEMENTS

*Nous tenons à exprimer notre reconnaissance au professeur J. ALEXANDRE, qui nous a signalé sur le terrain tout l'intérêt des cônes de suffosion et nous a accueilli, pour les analyses granulométriques, dans son laboratoire de l'Université de Liège.*

### BIBLIOGRAPHIE

- DUMONT, P. (1966).- Essai de subdivision lithostratigraphique du Kundelungu supérieur, *Rapp. Ann. Sect. Géol. Min. Pal., Mu. roy. Afr. centr.*, pp. 43-6.
- DYER, K.R. (1970).- Grain-size parameters for sandy gravels. *J. Sed. Petrol.*, v. 40, pp. 616-60.
- INMAN, D.L. (1952).- Measures for describing the size distribution of sediments, *J. Sed. Petrol.*, Bd 22, pp. 125-145.

## DISCUSSION

**P. Michel** : Quelle est la dénivelée entre le sommet du plateau et les cônes de suffosion ? Existe-t-il un niveau de cuirasse sur le plateau recouvrant des altérites perméables ? En somme, il s'agirait d'une double suffosion, liée à des altérites meubles et à des fissures et diaclases dans les arkoses.

**J. Soyer** : La dénivelée entre le sommet du versant et les cônes de suffosion est d'une vingtaine de mètres.

On observe effectivement une cuirasse ferrugineuse sur le plateau en cet endroit.

La suffosion est favorisée non seulement par le manteau d'altérites meubles et la présence de fissures et diaclases dans la roche, mais aussi par la perméabilité accrue de l'arkose par altération des feldspaths et dissolution du ciment partiellement carbonaté.

**J. Zonneveld** : Les matériaux qui sont emportés et qui sortent des cratères sont-ils dérivés d'une partie restreinte du sous-sol dans lequel les "galeries" se sont formées ?

**J. Soyer** : En l'absence d'observations sur l'extension des conduits souterrains, il n'est guère possible de donner actuellement une réponse définitive. Toutefois, tant le diamètre réduit (environ 60 cm) du conduit souterrain observé au fond du cratère du cône ancien, que la parenté de la fraction sableuse de la roche sous-jacente et du matériel constituant les flancs de ce cône plaident en faveur d'une origine assez proche du matériel sableux déplacé par la suffosion.

**J. Douglas** : Quels sont les facteurs qui déterminent la localisation et la profondeur des conduits souterrains ?

**J. Soyer** : Au stade actuel des observations, l'importance relative de divers facteurs comme le réseau des diaclases et des joints, les caractères sédimentologiques de la roche, la proportion de ciment carbonaté etc. n'a pu être encore déterminée.

**M. Brochu** : Du fait de l'existence des cônes de suffosion à la fois dans les régions arctiques et dans les régions intertropicales humides, ne s'agirait-il pas d'un phénomène de convergence, avec cependant des caractéristiques dimensionnelles spécifiques au milieu arctique et au milieu intertropical ?

**J. Soyer** : Les cônes observés à Kibwe wa Sanga sont localisés vers le bas d'un versant et semblent donc liés aux conditions de circulation des eaux dans un matériel assez perméable.

Les cônes de suffosion en climat arctique sont liés essentiellement aux processus de fusion de la glace et peuvent se rencontrer sur des surfaces subhorizontales.

Les dimensions des cônes de suffosion du plateau des Kundelungu semblent supérieures à celles qui caractérisent généralement les cônes de suffosion en milieu arctique.

Par ailleurs, d'autres genres d'accumulation (par exemple de matériel volcanique, de boue, de sels) aboutissent à la construction de formes coniques.