Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 71 (1971-1973)

Heft: 342

Artikel: Présentation d'une tectite de Côte-d'Ivoire avec quelques considérations sur l'origine des tectites

Autor: Woodtli, Robert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-276315

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Présentation d'une tectite de Côte-d'Ivoire avec quelques considérations sur l'origine des tectites

PAR

ROBERT WOODTLI *

Zusammenfassung. — Der Autor bespricht einige allgemeine Beobachtungen zur Verbreitung der Tektite und ihrer chemischen Zusammensetzung. Anschliessend beschreibt er die Morphologie und die Internstruktur einer Probe von der Elfenbeinküste. Er diskutiert schliesslich verschiedene Herkunftsmöglichkeiten der « Ivoirite » im speziellen die Hypothese, nach welcher diese verflüssigte Gesteinsfragmente darstellen, die bei der Bildung des Bosumtwisees in Ghana durch einen Meteoriteneinschlag erzeugt wurden.

INTRODUCTION

D'après le glossaire de l'American Geological Institute (1960), on appelle tectites « des objets vitreux, peut-être d'origine extra-terrestre, de couleur noire à verdâtre, aux formes arrondies variées ; leur composition chimique est différente de celle des obsidiennes et rappelle celle des sédiments argileux. On les trouve dans des conditions qui permettent d'exclure une origine volcanique. »

On peut ajouter que leur nom vient d'un mot grec signifiant « fondu ».

Ces corps rappellent un peu du verre de bouteille, pèsent d'une fraction de gramme à quelques kilos, possèdent des formes arrondies tantôt régulières, tantôt irrégulières et présentent fréquemment une surface mouvementée, creusée de sillons et de cupules. Un trait remarquable réside dans leur mode de gisement : elles se trouvent dans les formations superficielles et on les découvre souvent dans des exploitations alluvionnaires d'or ou d'étain ou dans des carrières de sables et graviers. Elles semblent avoir été éparpillées à la surface du sol, puis concentrées ensuite par les cours d'eau. Même dans les régions « riches » en tectites, elles ne sont pas très fréquentes. On les reconnaît cependant assez facilement grâce à leur éclat vitreux luisant qui évite de les confondre avec d'autres galets de couleur sombre.

* Institut de Minéralogie, Palais de Rumine, 1005 Lausanne

Leur invention par le monde scientifique remonte à la deuxième moitié du XVIIIe siècle, en Moldavie (d'où le nom de moldavites qui leur fut donné) et depuis lors on n'a pas cessé de s'interroger à leur sujet sans parvenir à résoudre de façon complète le problème de leur origine.

On connaît actuellement quatre groupes de tectites formées indiscutablement à des époques différentes. Le plus vaste et le plus jeune de ces groupes s'étend dans le domaine SW du Pacifique, de l'Australie méridionale et la Tasmanie jusqu'à la Chine et l'Indochine en passant par les Philippines et l'Indonésie. Leur aspect et leurs propriétés varient quelque peu d'un point à l'autre de cette immense région. L'ampleur même de cette zone de dispersion conduit à exclure les hypothèses recherchant leur origine dans un phénomène terrestre analogue à celui que nous verrons plus loin ; en revanche, si l'on invoque une cause extra-terrestre, on s'interroge vainement sur le mécanisme de focalisation de cette averse de tectites.

Le groupe suivant, par ordre d'ancienneté, se manifeste en Côte-d'Ivoire ; nous nous attarderons plus loin sur ces ivoirites.

On rencontre ensuite les tectites de Tchécoslovaquie qui constituent deux petits champs en Moldavie et en Moravie et sur lesquelles on possède la plus grande masse d'informations géologiques.

Enfin, un dernier champ couvre, aux Etats-Unis, le centre et l'est du Texas et le centre et le sud de la Géorgie. Ce sont les plus anciennes.

Age des tectites (10^6 ans) :

Australasie	Côte-d'Ivoire	Moldavie	Etats-Unis
0,6	1,3	15	34

En moyenne, elles présentent la composition chimique suivante (OTTEMANN, 1966) :

	Tectites en général	Ivoirites	Granite	Schiste	75 % schiste 25 % quartz
SiO_2	73,85	71,05	74,22	52,08	73,24
Al_2O_3	12,69	14,60	13,61	14,74	12,79
Fe_2O_3	0,47	0,18	—	—	—
FeO	4,16	5,51	1,83	5,53	5,04
MgO	2,18	3,29	0,27	3,15	2,62
CaO	2,23	1,67	0,71	7,27	2,57
Na_2O	1,38	1,71	3,48	0,88	1,08
K_2O	2,28	1,53	5,06	3,37	2,69
TiO_2	0,75	0,70	0,20	0,73	0,54
P_2O_5	—	—	0,14	0,18	0,12
MnO	0,10	0,08	0,05	0,86	0,08

On voit qu'elles se caractérisent par une teneur élevée en SiO_2 et Al_2O_3, assez élevée en fer avec une nette prédominance de Fe^{++} sur Fe^{+++}. La somme de MgO + CaO est inférieure à la moyenne de la croûte terrestre. La somme des alcalis paraît faible pour des verres et l'on note une prédominance de la potasse sur la soude. La comparaison des analyses d'échantillons de diverses provenances montre une dispersion relativement faible des résultats, ce qui a conduit certains auteurs à leur rechercher une origine commune. Depuis longtemps, on a comparé leur composition à celle des granites et des obsidiennes ; toutefois, les tectites ne résultent pas nécessairement d'une différenciation magmatique et les analogies de composition peuvent être dues au hasard. Certaines roches sédimentaires présentent elles aussi une composition voisine de celle des tectites, et un mélange de trois parties de schistes (possédant la composition moyenne des schistes) et une partie de quartz, correspond à une composition moyenne très acceptable (OTTEMANN, 1966).

Le rapport Fe_2O_3/FeO demeure toujours très faible, ce que l'on interprète comme la preuve d'une température de formation très élevée dans un milieu à très faible pression d'oxygène. Le rapport FeO/MnO varie dans une fourchette comparable à celle des roches terrestres. Elles ne contiennent que des proportions extrêmement faibles d'eau (jusqu'à 1000 fois moins que les obsidiennes), autre preuve d'une température de formation élevée ; on a parlé de 100 000°C ; on peut dire qu'elle était en tout cas supérieure à 2000°C.

En ce qui concerne la distribution des éléments en traces, les analyses montrent, particulièrement pour les tectites du Pacifique, une teneur élevée en chrome et en nickel qui s'accorde bien avec l'hypothèse que les tectites proviennent de la fusion de roches terrestres sous l'impact d'une météorite. La répartition du potassium, du rubidium, du strontium et du zirconium notamment, indique que le matériel originel des tectites provient d'un corps de composition analogue à celle de la terre.

On a découvert dans certaines tectites des bulles où régnait une pression extrêmement faible et l'analyse des gaz contenus (argon, krypton, xénon) ne contredit pas une origine terrestre.

LES TECTITES DE CÔTE-D'IVOIRE

Découvertes vers 1930 dans le bassin de la rivière Comoé, elles furent décrites par A. LACROIX. Selon cet auteur (LACROIX, 1935) :

> Tous ces gisements sont situés autour de Ouellé, dans un rayon d'une quarantaine de kilomètres ; la région, dépourvue de volcanisme récent, est formée par des schistes cristallins et des granites. Les tectites y sont très clairsemées au milieu d'alluvions quartzeuses, à une profondeur n'excédant pas un mètre. Ces alluvions sont aurifères et exploitées comme telles par les indigènes.

Les échantillons que j'ai examinés, et dont le plus gros pèse 79 grammes, sont sphériques, ovoïdes ou plus ou moins aplatis. Leur surface est, comme celle des tectites d'Indochine, creusée de cupules hémisphériques de corrosion portant, dès qu'elles sont un peu grosses, des cupules de même forme mais plus petites.

Le verre constituant ces tectites est noir et exceptionnellement assez transparent sous une faible épaisseur, avec une teinte brunâtre. Dépourvu de tout cristallite, il contient fréquemment de petites bulles gazeuses parfaitement sphériques.

Le très bel échantillon que nous possédons et que nous devons à l'amitié de M. Bernard Tagini, directeur à la Société pour le Développement minier et industriel de la Côte-d'Ivoire, pèse 54,5 g et présente la teinte sombre mentionnée par LACROIX. Il a la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati, de 41,5 mm de diamètre moyen et 24,9 mm d'épaisseur. En section verticale, il montre une nette dissymétrie : une des surfaces est plus bombée que l'autre. Il semblerait que la surface bombée soit antérieure (donc en avant) et la surface à grand rayon de courbure soit postérieure par rapport au sens de vol présumé. La morphologie de cet échantillon paraît très caractéristique. Deux éléments principaux se manifestent : un façonnage de la surface et une texture fluidale qui intéresse la masse de l'objet.

Le modelage de la surface comporte un grand nombre de cupules, de rares cannelures, et de fines empreintes en forme de croissant.

Dans la taille et la densité des cupules, on remarque une distribution nettement dissymétrique :

— Sur la *face aplatie*, supposée postérieure, on note l'existence d'une quarantaine de cupules de 1 à 5 mm de diamètre, ayant jusqu'à 3-4 mm de profondeur ; elles sont très proches, parfois tangentes ou même sécantes, et couvrent environ 50 % de cette face ; entre ces cupules et sur le reste de la surface, se marquent d'autres cupules, plus petites et moins profondes, très abondantes ; sous la loupe binoculaire on a l'impression de voir une pièce de métal finement martelée. Ces cupules montrent une teinte noir brillant qui contraste avec l'aspect plus mat de la surface de l'échantillon. Les grosses cupules possèdent une forme hémisphérique ou hémi-ellipsoïdale. A l'aide du binoculaire, on constate qu'elles sont souvent très composites et constituées par la coalescence de plusieurs cavités qui se recoupent de façon compliquée ; fréquemment, l'une des cavités est nettement plus profonde que les autres. Ces cupules portent parfois des cannelures ou des cupules plus petites. Avant lavage et brossage de l'échantillon, elles contenaient quelquefois un enduit mince, blanc jaunâtre, insoluble dans HCl, ou un remplissage fin paraissant kaolineux, parfois ferrugineux, dans lequel étaient sertis quelques grains de quartz ; il s'agit de toute évidence du matériel qui emballait l'échantillon en place, et dont il subsiste des vestiges. Quelques cupules

s'ornent d'excroissances noires, le plus souvent arrondies, qui paraissent faites du même matériel que la tectite. En général, ces cavités sont régulièrement évasées avec leur ouverture maximale tangente à la surface. Pour l'ensemble de l'échantillon, on n'a observé que deux exemples certains de cavités tendant à se refermer. De rares cannelures rectilignes et quelques marques en forme de croissant burinent également cette face.

— Sur la *tranche* de l'échantillon, outre les stries de la texture fluidale, on observe de nombreuses petites cupules, des marques en croissant et une seule grande cupule composite.

— La *face bombée*, ou face antérieure présente une morphologie moins accidentée ; il s'y rencontre quatre à cinq larges cupules et un grand nombre de petites cupules, les unes et les autres peu profondes, parfois à peine marquées. Les cannelures, rectilignes, à section en U, s'observent assez facilement ; elles correspondent fréquemment aux stries de la texture fluidale et portent aussi de petites cupules. Enfin, par place abondent les sillons en forme de croissant, isolés, ou groupés, atteignant environ 1 mm, évoquant alors des empreintes de fossiles. Ils contiennent assez souvent un remplissage paraissant siliceux.

On n'a pas découvert de règle dans la distribution de ces diverses sculptures. Çà et là, les cupules paraissent en rapport avec la structure fluidale à la manière des dolines des régions calcaires qui s'alignent selon des cassures, mais ce n'est pas un phénomène général.

L'examen de la structure interne de notre spécimen effectué sur des surfaces de sciage et sur des cassures fraîches a montré qu'il contient une abondance de bulles sphériques ; la plupart d'entre elles possèdent un diamètre inférieur à 0,1 mm, mais quelques-unes dépassent un millimètre ; à l'intérieur des plus grandes on remarque parfois une boursouflure, de fines aspérités ou de petites cavités. Leur répartition paraît obéir au hasard et l'on n'a pas observé de relation entre ces bulles et les cupules superficielles.

Quelle est l'origine de ces sculptures ? Les spécialistes de la morphologie des tectites distinguent trois phases de formation dans le façonnage de ces objets (BAKER, 1963) :

— Au cours de la phase primaire (dans un milieu qui serait dépourvu d'atmosphère) les tectites prennent leur forme générale ; il apparaît surtout des sphéroïdes, des ellipsoïdes aplatis ou allongés, des formes en sablier et parfois en poire. On suppose que la texture fluidale et des cavités dues à l'éclatement de bulles gazeuses marquent déjà leur surface.

— Au cours de la phase secondaire, qui correspond apparemment au déplacement des tectites dans l'atmosphère terrestre à des vitesses

supersoniques, se manifestent une fusion et un déplacement latéral du verre qui engendrent des formes curieuses, en bouton, que l'on n'a observées jusqu'à présent que sur les australites.

— Enfin, une troisième phase correspond au séjour des échantillons dans le sol et à une corrosion chimique dont l'intensité dépend des conditions climatiques.

D'après LACROIX (1935), s'exprimant au sujet des indochinites :

Il n'est plus nécessaire de discuter sur l'origine chimique des sculptures qui ornent la surface des tectites... Les unes sont conditionnées par la fluidité interne du verre et consistent en *cannelures* plus ou moins profondes, visibles sur les parties étirées des pièces... C'est là le type le plus commun. Parfois... la corrosion a été si profonde que la pièce a pris l'aspect d'un livre entrouvert, et le sable, l'argile, où gisent les tectites, ont pénétré profondément entre les feuillets.

D'autres corrosions sont indépendantes de la texture interne. Elles donnent des *cupules* hémisphériques ou hémi-ellipsoïdales, régulières quand elles sont clairsemées, coalescentes quand elles couvrent la totalité d'une surface. La continuité de la corrosion a fait naître des cupules secondaires à la surface des précédentes.

Ces corrosions sont d'autant plus profondes que plus ancienne est la surface qui les porte. Leur début est sans doute très rapide, car on ne rencontre jamais de surfaces éclatantes comme celles obtenues artificiellement par le choc ; les cassures notoirement récentes sont toujours ternes, et l'examen à la loupe montre que cette perte d'éclat est due à la production de cupules hémisphériques microscopiques.

BAKER (1963) pense aussi que les cupules proviennent essentiellement du surcreusement par dissolution chimique de bulles préexistantes. BARNES (1963) considère que les tectites de Côte-d'Ivoire, dans l'ensemble les moins siliceuses des tectites, sont les plus exposées à l'altération météorique et à la dissolution dans un climat chaud et humide comme celui du lieu de leur découverte.

Toutefois, on a montré (cf. OTTEMANN, 1966) que les verres siliceux sont particulièrement résistants à l'hydrolyse, surtout s'ils contiennent peu d'eau et une faible teneur en alcalis. D'ailleurs, la découverte des tectites dans les alluvions démontre la résistance des verres siliceux aux attaques chimiques. Il y a aussi le fait que les microtectites découvertes dans des sédiments marins et qui ont séjourné longtemps dans l'eau ne présentent pas ces phénomènes de corrosion. D'autres auteurs (O'KEEFE, 1967) s'étonnent en outre de l'indépendance si nette des cupules et de la structure interne ; ils ne comprennent pas pourquoi on rencontre si peu de cavités dont les bords tendent à se refermer. Enfin, des expériences en souffleries ont montré qu'un courant d'air chaud à grande vitesse engendre des cavités semblables aux cupules qui ornent la surface des tectites.

En conclusion, on doit admettre que la majorité des chercheurs attribuent cupules et cannelures à une corrosion chimique. Il existe néanmoins quelques raisons de remettre ce problème en question. On ne se permettra pas de trancher après l'examen d'un unique échantillon.

Une autre caractéristique des tectites c'est l'existence d'une structure interne due à de fines bandes onduleuses, d'allure fluidale, faites de verres de composition légèrement différente. On y observe quelques inclusions appelées « schlieren » et constituées par du verre de silice, c'est-à-dire la lechateliérite ; on signale l'absence constante de cristallites et à plus forte raison de microlites. Ces faits ressortent essentiellement lors de l'étude de lames minces sous le microscope polarisant. Ne disposant pas de telles préparations, nous avons limité nos investigations aux données recueillies en lumière réfléchie sur les surfaces naturelles et sur un plan de sciage.

Sur la superficie de l'échantillon, la texture fluidale se marque macroscopiquement dans quelques petites taches, principalement sur sa tranche, sous forme de fines stries, subparallèles et parfois onduleuses ; elles peuvent entourer des îlots apparemment plus durs, de forme vaguement elliptique, considérés comme des « schlieren ». Sur la face bombée, on note deux trains de ces stries qui partent de l'apex et suivent la ligne de plus grande pente ; il serait inexact, toutefois, de parler d'une structure radiale. Sur les flancs, la tecture fluidale est approximativement parallèle au plan équatorial et sur la face aplatie les rares indices observés indiquent une disposition concentrique.

A l'intérieur de l'objet, il existe, outre les bulles décrites plus haut, une multitude de petites vésicules allongées, parfois tordues en virgules, grossièrement parallèles les unes aux autres. Leur densité est assez variable. Il se dessine ainsi dans la tectite un zonage fruste constitué par quelques bandes paraissant gris blanchâtre à fort grossissement, à grain grossier et vésicules abondantes, de quelques millimètres de largeur, et par une bande gris foncé, à pâte plus fine et vésicules plus petites et un peu moins nombreuses. Ces bandes sont quelquefois séparées par des fissures continues ou en chapelet qui semblent originelles. On note aussi quelques plages tantôt amiboïdes, tantôt filiformes et concordantes avec l'allure générale, d'une substance sombre paraissant plus dure que le reste. Elle n'a pas été identifiée ; on suppose qu'il s'agit de verre de silice.

L'ensemble de cette structure interne prend l'échantillon en écharpe.

Sur la bordure de certains fragments, on a constaté que le verre est transparent et possède une coloration jaune brunâtre. L'examen sous le microscope polarisant des éclats provenant du sciage n'a montré ni structure interne, ni schlieren ou autre inclusion.

Pour terminer cette description, signalons la densité de cette ivoirite, $D = 2{,}28$, et son indice de réfraction, $n = 1{,}516$. La densité paraît un

peu faible par rapport aux autres variétés de tectites (fourchette de 2,31 à 2,51 selon CHAO, 1963) et aux ivoirites ($D = 2{,}4$ à 2,5). Ceci s'explique par la grande porosité du fragment utilisé, qui conduit à une sous-estimation de la densité. En revanche, l'indice s'accorde parfaitement avec la teneur en silice habituelle aux ivoirites.

L'ORIGINE DES TECTITES DE COTE-D'IVOIRE

Actuellement, l'origine des tectites tend à perdre un peu de son mystère. Parmi les hypothèses formulées, citons les suivantes ; il s'agirait :

— de météorites vitreuses ;

— de débris d'astéroïdes ;

— de projections de volcans lunaires ;

— de projections de matériel fondu lors de l'impact d'un bolide (grosse météorite, astéroïde ou comète) ;

soit sur la surface lunaire (O'KEEFE, 1963),
soit sur la surface terrestre (COHEN, 1963).

Finalement, il s'agit de déterminer si les tectites possèdent une origine terrestre ou extra-terrestre. L'étude de la distribution des éléments chimiques majeurs, et des éléments de trace, ainsi que les analyses isotopiques conduisent les cosmochimistes à la conclusion que ces verres proviennent du système solaire et n'ont séjourné que peu de temps dans l'espace. Les géochimistes soulignent aussi les analogies très grandes de composition avec certaines roches terrestres (schistes, roches métamorphiques, loess) et arrivent à la conclusion que la source des tectites se trouve dans un corps aux propriétés très semblables à celles de la terre ; certains restreignent cette origine au couple terre-lune (O'KEEFE, 1963, ZÄHRINGER, 1963).

L'analyse aérodynamique fournit des indications malaisées à interpréter (ADAMS, 1963). En bref, il apparaît très difficile que des objets d'aussi petite taille aient pu sortir de l'atmosphère terrestre et y rentrer sans se désintégrer complètement. La même objection est valable aussi en partie pour des objets extra-terrestres ; ils ne semblent en tout cas pas avoir pu parcourir une distance supérieure à celle qui sépare la terre de la lune.

On paraît donc avoir renoncé à en faire des météorites vitreuses ou des débris d'astéroïdes. L'idée de projections volcaniques lunaires a été sérieusement considérée et L. WALTER (1967) a montré qu'il est possible d'admettre la production d'un verre très siliceux par différenciation d'un magma basaltique ; ce phénomène aurait pu survenir sur la lune.

Actuellement, un certain consensus paraît réalisé sur un point : les tectites sont des fragments arrachés à un corps céleste par l'impact d'un

bolide. Cette conclusion repose notamment sur l'observation dans certaines tectites de sphérules métalliques microscopiques contenant environ 95 % de fer et 1,2 à 3,2 % de nickel. Ces sphérules se formeraient par fusion soit du matériel du projectile, soit de la cible (minéraux ferromagnésiens). La teneur relativement faible en nickel semble exclure une météorite métallique, d'où la suggestion que le projectile pourrait être un astéroïde ou une comète.

L'analyse des formes primaires conduisant à la conclusion qu'elles sont dues exclusivement à la tension superficielle, à l'exclusion d'actions dues à la pesanteur, on a placé sur la lune le point d'impact (O'KEEFE, 1963). Toutefois, l'analyse des roches des « mers » lunaires prélevées lors des expéditions Apollo 11 et 12, indique une différence de composition trop marquée pour que l'hypothèse d'une origine lunaire puisse être conservée (CUTTITTA *et al.*, 1972). Il reste naturellement la possibilité que les prélèvements dans d'autres régions révèlent l'existence de roches lunaires de composition plus acide.

Dans l'état actuel des connaissances, on peut considérer comme raisonnable d'envisager certaines tectites comme le résultat de l'impact d'un projectile avec la surface terrestre. Il subsiste naturellement l'objection déjà mentionnée de l'impossibilité, selon les aérodynamiciens, que des particules de petite taille aient pu résister au vol à travers l'atmosphère terrestre. D'autre part, dans plusieurs cas on ne connaît aucun point d'impact, aucun cratère en rapport avec la distribution des champs de tectites. Enfin, les roches engendrées lors de la chute d'une grosse météorite, et que l'on appelle des *impactites*, présentent des analogies mais aussi des différences importantes avec les tectites.

En ce qui concerne les tectites de Côte-d'Ivoire, l'hypothèse retenue par la majorité des chercheurs qui se sont penchés sur ce problème consiste à rattacher leur apparition à la formation du lac Bosumtwi, au Ghana.

D'après DENCE (1972), ce lac se trouve par 6° 32' de latitude N et 1° 23' de longitude W, dans un cratère de 10,5 km de diamètre. Selon COHEN (1963), il s'agit du seul lac un peu important du Ghana ; il se trouve dans la province Ashanti, à proximité de Kumasi. Le lac lui-même a un diamètre de 8 km et il remplit le fond d'un cratère de 10,5 km de diamètre mesuré par la crête du bourrelet qui le cerne ; ce bourrelet domine le niveau moyen de la plaine où se creuse le lac de 91 à 183 m ; la profondeur du cratère, mesurée entre le point le plus bas du bourrelet et le fond du lac, atteint 350 m. On s'accorde à y reconnaître un cratère d'explosion dû à la chute d'un bolide (météorite, astéroïde ou comète). Les roches encaissantes appartiennent au socle Birrimien : granite, phyllites, schistes cristallins et grauwackes.

La preuve de l'origine du cratère par impact réside dans l'existence, dans le bourrelet, de brèches plus ou moins vitrifiées et de verres vésicu-

laires provenant de la fusion des roches encaissantes. On y a découvert au surplus de la cœsite, variété de silice de haute pression (LITTLER *et al.*, 1961). On suppose donc que des parcelles de socle Birrimien, liquéfiées sous l'effet du choc, ont été projetées à travers l'atmosphère, en sont peut-être même sorties, et sont retombées à environ 300 km de là, dans l'Est de la Côte-d'Ivoire. Toutes les ivoirites découvertes jusqu'à maintenant se trouvent à l'intérieur d'un arc centré sur le lac Bosumtwi, ayant 12° d'ouverture. Ces données sont tout à fait comparables à celles qui concernent l'aire de dispersion des moldavites que l'on suppose liées à la formation du cratère du Ries, à 80 km à l'Est de Stuttgart. Dans ce cas, l'arc possède une ouverture de 15° et les tectites se rencontrent entre 250 et 420 km environ du cratère d'origine.

Une étude récente de CUTTITTA *et al.* (1972) permet de faire le point sur l'origine des ivoirites.

L'examen des données réunies conduit sur le *plan chimique* aux conclusions suivantes :

1. La similitude de distribution des éléments majeurs dans les tectites de Côte-d'Ivoire et dans les verres du lac Bosumtwi indique que ces matériaux ont une source commune (CUTTITTA *et al.*, 1972, COHEN, 1963).

2. La ressemblance de composition se marque aussi très nettement dans les teneurs en terres rares et baryum (SCHNETZLER *et al.*, 1966 et 1967), en uranium, thorium et potassium (RYBACH et ADAMS, 1969) et dans la distribution d'autres éléments (OTTEMANN, 1966, CHAO, 1963).

3. Il existe une différence de composition très nette entre les tectites et les roches des mers lunaires (CUTTITTA *et al.*, 1972) et probablement entre les tectites et les roches acides, peu abondantes, provenant des reliefs lunaires (MARVIN, 1972). Logiquement, on ne doit pas chercher sur la lune l'origine des tectites, le découverte de O'KEEFE (1970) d'un verre lunaire très voisin d'une javanite n'ayant pas été confirmée.

4. Les études des isotopes de l'oxygène par TAYLOR et EPSTEIN (notamment note de 1966) ont montré que le rapport O^{18}/O^{16} dans les ivoirites est virtuellement le même que dans les verres du Bosumtwi. Leurs études sur les échantillons lunaires fournissent des résultats très différents.

Sur le *plan chronologique*, on possède les informations suivantes :

5. La méthode utilisant le potassium et l'argon permet de dater l'époque de fusion du matériel ; les déterminations effectuées sur les tectites de Côte d'Ivoire et sur les verres du Bosumtwi fournissent les mêmes résultats, aux erreurs de mesure près : $1{,}3 \pm 0{,}3$ M.A. ; la méthode des traces de fission donne un résultat comparable pour les mêmes objets : $1{,}5 \pm 0{,}47$ M.A. (CUTTITTA *et al.*, 1972).

6. Les rapports Sr^{87}/Sr^{86} et Rb^{87}/Sr^{86} ne sont pas modifiés par le phénomène de fusion. On peut en tirer l'âge absolu du matériel parental. Les études effectuées sur les roches birrimiennes prélevées au voisinage du lac Bosumtwi donnent un âge d'environ 2 milliards d'années ; l'âge Rb/Sr des ivoirites tombe sur la même isochrone, ce qui concorde avec l'hypothèse de la fusion.

7. Un dernier point mérite d'être signalé : des carottages des fonds marins au large de la Côte d'Ivoire ont permis de découvrir l'existence d'un horizon contenant des microtectites. On en connaissait déjà dans le domaine australasien. Les études chimiques et isotopiques effectuées ont montré qu'il s'agit de deux distributions d'âges et de composition différents liées chacune au champ de tectites correspondant. D'autre part, l'âge des microtectites de Côte d'Ivoire de 1,09 MA $\pm$ 0,2 correspond à l'âge des sédiments estimés par paléomagnétisme et, compte tenu des erreurs inhérentes aux datations des formations récentes, cet âge correspond à celui des tectites. Par ailleurs, les corrélations chimiques entre ivoirites et microtectites ivoiriennes sont assez bonnes pour permettre de conclure qu'elles appartiennent au même champ de dispersion (GLASS, *1968*, *1969*, CUTTITTA *et al.*, *1972*).

Les arguments opposés à cette interprétation paraissent entrer dans deux catégories :

— d'une part, les expériences aérodynamiques déjà mentionnées, auxquelles il ne faut peut-être pas trop s'arrêter étant donné que les tectites et les microtectites existent indubitablement, même si on n'a pas encore trouvé sur les plans physique et mathématique d'explication satisfaisante de leur genèse et de leur conservation ;

— d'autre part, les impactites, c'est-à-dire les roches formées lors de l'impact d'un corps céleste à vitesse supersonique, comportent des variétés incomplètement vitreuses dont on n'a pas encore trouvé l'équivalent parmi les tectites. Sur ce point également on n'a pas encore fourni d'interprétation satisfaisante.

En conclusion, l'hypothèse qui fait des ivoirites des projections vitreuses dues au phénomène qui a engendré le cratère du lac Bosumtwi paraît actuellement celle qui concorde le mieux avec les faits connus, bien que plusieurs inconnues subsistent.

Sur un plan plus général, on ne peut pas attribuer le même mode de formation aux divers champs de tectites.

L'auteur exprime ses vifs remerciements au Dr B. Tagini pour le don de l'échantillon qui a été décrit ci-dessus.

BIBLIOGRAPHIE

ADAMS, E. W. 1963. — Aerodynamic analysis of tektites and their hypothetical parent bodies — in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The University of Chicago Press.

AMERICAN GEOLOGICAL INSTITUTE. 1960. — *Glossary of geology and related sciences* — J. V. HOWELL, chairman, 1 vol., 325 + 72 p., Washington.

BAKER, G. 1963. — Form and sculpture of tektites — in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The University of Chicago Press.

BARNES, V. E. 1957. — Tektites. *Geotimes*, *1*, 6-7, 16-17.

— V. E. 1961. — A world-wide geological investigation of tektites. *Geotimes*, *6*, 8-12.

— V. E. 1963. — Tektite strewn-fields — in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The University of Chicago Press.

CHAO, E. C. T. 1963. — The petrographic and chemical characteristics of tektites — in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The University of Chicago Press.

COHEN, A. J. 1963. — Asteroïd — or Comet — impact hypothesis of tektite origin : the Moldavite strewn-fields — in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The University of Chicago Press.

CUTTITTA, F. *et al.* 1972. — New data on selected Ivory Coast tektites. *Geoch. et Cosmochim. Acta*, *36*, 1297-1309.

FAUL, H. 1966. — Tektites are terrestrial. *Science*, *152*, 1341-1345.

GLASS, B. P. 1968. — Glassy objects (Microtektites ?) from deep-sea sediments near the Ivory Coast. *Science*, *161*, 891-893.

— 1969. — Chemical composition of Ivory Coast microtektites, *Geochim. and Cosmochim. Acta*, *33*, 1135-1147.

KOLBE, P. et PINSON Jr., W., H. 1966. — Rb-Sr correlation of Bosumtwi crater rocks with Ivory Coast tektites. *GSA-Abstracts*, p. 113.

KRINOV, E. L. 1960. — *Principles of meteoritics*, 1 vol., 535 p., Pergamon press, Oxford.

LACROIX, A. 1935. — Les tectites de l'Indochine et de ses abords et celles de la Côte-d'Ivoire. *Archives du Muséum*, tome XII, 151-169.

LITTLER, J. *et al.* 1961. — Coesite from the Lake Bosumtwi Crater, Ashanti, Ghana. *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper 68*, p. 218.

MARWIN, U. B. 1972. — Petrologic comparisons of lunar terra materials. *24e Congrès Géologique International*, Montréal 1972, Section 15, p. 64-68.

O'KEEFE, J. A., 1963, The origin of tektites, in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The University of Chicago Press.

— 1967. — Tektite sculpturing. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, *31*, 1931-34.

— 1970. — Tektite glass in Apollo 12 sample. *Science*, *168*, 1209-10.

OTTEMANN, J. 1966. — Zusammensetzung und Herkunft der Tektite und Impaktite. *Fortschritte der chemischen Forschung*, *7*, 409-444.

RYBACH, L. et ADAMS, J. A. S. 1969. — The radioactivity of the Ivory Coast tektites and the formation of the Bosumtwi Crater (Ghana). *Geochim. and Cosmochim. Acta*, *33*, 1101-1102.

SCHNETZLER, C. C. et PINSON, Jr., W. H. 1963. — The chemical composition of tektites — in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The University of Chicago Press.

— *et al.* 1966. — Rubidium-strontium age of the Bosumtwi Crater area, Ghana, compared with the age of the Ivory Coast tektites. *Science*, *151*, 817-819.

— *et al.* 1967. — Rare-earth and barium abundances in Ivory Coast tektites and rocks from the Bosumtwi Crater area, Ghana. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, *31*, 1987-1993.

TAYLOR, H. P. Jr. et EPSTEIN, S. 1966. — Oxygen isotope studies of Ivory Coast tektites and impactites glasses from the Bosumtwi Crater, Ghana *Science*, *153*, 173-175.

TOLANSKY, S. 1970. — Les sphérules de verre dans la poussière lunaire. *Endeavour*, *29*, 135-139.

WALTER, L. S. 1967. — Tektite compositional trends and experimental vapor fractionation of silicates. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, *31*, 2043-2063.

ZÄHRINGER, J. 1963. — Isotopes in tektites — in J. A. O'KEEFE : *Tektites*, 1 vol., 228 p., The Chicago University Press.

ZANONE, L. 1971. — *Bibliographie de la géologie et de la recherche minière en Côte d'Ivoire* (1885-1970) — 1re partie — 1 vol., 183 p., SODEMI — Abidjan.

Manuscrit reçu le 8 février 1973.