

- Malavoy, J. et Jacquet, F.* — Les formations géologiques de la Guinée portugaise. *C. R. Acad. Sci.*, t. CCIV, 24 mai 1937, p. 1574, Paris, 1937.
- Renier, Armand.* — Quelles chances reste-t-il de découvrir en Belgique des gisements pétrolifères ? *Ann. Mines belg.*, t. XXXVIII, 2^e livr., pp. 331-42, Bruxelles, 1937.
- Steyaert, R. L.* — Présence du *Sclerospora Maydis* (Rac.) Palm (*S. javanica* Palm) au Congo Belge. *Public. I.N.E.A.C.* Sér. scient., n^o 13, 16 p., 1 pl., Bruxelles, 1937.
- Taylor, N. H.* — Displaced Limestone Blocks. Evidence of recent Earthquakes in the Te Kuiti District. *New Zealand Jour. Sci. and Technol.*, vol. XVIII, n^o 10, pp. 768-71, Wellington, N. Z., 1937.

Communications :

L'Étude microscopique des silex. Une intéressante préparation d'Ehrenberg.

(Quatrième Note)

par MARIA LEJEUNE-CARPENTIER.

Aspirant du Fonds National belge de la Recherche Scientifique.

Résumé. — *Certaines raisons existent de penser que les relations mutuelles de quelques-unes des nombreuses coques d'Hystrichosphères contenues dans une lame de silex de la collection Ehrenberg peuvent être restées telles que celles que présentaient les microorganismes bien avant leur fossilisation.*

Introduction. — La deuxième note, que nous avons publiée cette année (1937a) sur les microfossiles, a été pour nous l'occasion de définir enfin les traits les plus essentiels de la morphologie de cette vieille espèce, si commune en nos silex, que l'on nomme *Hystrichosphaera ramosa* Ehrbg.

Ayant appris à connaître une Hystrichosphère « simple », nous avons recherché (1937b) jusqu'à quel point sont vraiment

« doubles » les divers exemplaires qui nous ont été donnés comme tels. Tous présentaient une moitié mal conformée ⁽¹⁾.

Une autre application sera tentée ici des données contenues en notre deuxième note. En continuant l'examen des préparations originales d'Ehrenberg, nous nous sommes arrêtée en effet à une pièce intéressante. C'est une petite lame de silex de Delitzsch (n° 120) épaisse d'un demi-millimètre environ et sur laquelle a été collé un anneau de papier, de coloration orange. La plage ainsi isolée n'a pas 2 mm. de diamètre et cependant le microscope permet d'y découvrir, avec plus ou moins de peine vu l'épaisseur de la pièce et certaines superpositions malencontreuses, près de quatre-vingts coques d'« Hystrichosphères » au sens large ! Une telle préparation est beaucoup plus riche qu'aucun des milliers d'éclats de silex que nous avons confectionnés nous-même jusqu'ici.

La distribution de ces quelque quatre-vingts coques dans le cercle est évidemment très inégale. La plupart occupent la moitié gauche du champ tel qu'il apparaît au microscope (pl. I). Quelques unes sont isolées ; les autres sont agglomérées. Certaines d'entre elles, situées toutes — ainsi qu'il paraît à faible grossissement — dans un plan commun, plan qui se trouve être à peu près parallèle à celui de la surface de la lame de silex, se suivent l'une l'autre de façon à donner l'impression de « traînées » plus ou moins rectilignes. Il est clair que, si la lame de silex avait été usée suivant un autre plan, les traînées que nous y voyons ne nous auraient rien révélé de leur existence. Mais alors peut-être d'autres traînées nous auraient-elles apparues qui nous échappent ici... Bornons-nous à ce que le hasard nous livre.

Il y a quelques années, O. Wetzel constatait lui aussi que les Hystrichosphères peuvent former des traînées dans les silex. Ce fait lui paraissait devoir être attribué, plutôt qu'à toute autre cause, à des courants de fond ayant entraîné les micro-organismes (1933, p. 58 ; voy. aussi pp. 36-37).

Une telle explication est celle qui se présente le plus directement à l'esprit. Elle ne s'impose cependant pas pour cela à l'exclusion de toute autre. Dans le présent cas, il n'est pas vrai que les influences mécaniques auxquelles on s'en réfère aient laissé les

(1) Il est clair que par là nous n'avons nullement établi qu'une Hystrichosphère n'ait pu se diviser normalement. De nombreux autres cas de l'espèce récemment recueillis sont à l'étude.

mêmes marques de leur action sur les microfossiles auxquels sont mêlées les coques d'Hystrichosphères.

Considérons particulièrement (pl. I) les spicules de Spongiaires assez abondants dans notre préparation. Ils peuvent avoir été à plusieurs axes. Quelques-uns sont encore tels, mais la grande majorité d'entre eux se réduisent à une tige simple, plus ou moins fragmentée. Les actions mécaniques qui y ont contribué n'ont-elles pas amené aussi une orientation commune et caractéristique des spicules, objets assurément plus aisés à aligner que des Hystrichosphères ?

En examinant le détail de notre préparation, nous n'arrivons pas à constater — même pour les plans dans lesquels sont incluses les traînées d'Hystrichosphères, — une orientation commune des spicules simples. Il en existe tout de même une plus fréquemment adoptée que d'autres : c'est celle de la flèche que nous avons tracée dans le cercle, en haut, vers la droite. Cette orientation des spicules est assez évidente à l'intérieur du cercle ; elle est encore plus nette immédiatement en dehors de lui vers la gauche.

Nous n'avons donc pas de preuve que les actions mécaniques ayant travaillé la masse des débris organiques auxquels se trouvaient mêlées les Hystrichosphères soient responsables, du moins totalement, de l'existence des traînées qui ont attiré notre attention. Dès lors se présente une autre hypothèse, également soulevée par O. Wetzel (1933, loc. cit.), à savoir que nos microfossiles pourraient avoir conservé, malgré les forces externes auxquelles ils ont été soumis, quelque chose au moins des relations mutuelles qu'ils offraient durant leur vie.

A priori, cette supposition ne semble pas absurde, quelques-uns des organismes très hétéroclites, auxquels on a essayé d'assimiler les Hystrichosphères, vivant assemblés en cordons ou traînées plus ou moins durables. En a-t-il été réellement ainsi des Hystrichosphères ? Aucune occasion plus avantageuse de commencer à le vérifier avec soin ne se présentait que cette préparation léguée, avec tant d'autres, à l'Université de Berlin par le vieux maître allemand dans l'espoir ⁽¹⁾ que de nouveaux chercheurs y rencontreraient encore matière à découvertes.

La présente note a pour but de relater ce que nous ont appris

(1) Voy. 1875, p. 73.

les « traînées » de la préparation d'Ehrenberg. Elle exprime aussi les doutes qui fatalement devaient subsister en notre esprit à propos d'une étude plutôt difficile. Le seul souci de rendre par le dessin, de manière objective, des apparences souvent fort confuses devait nous entraîner à des efforts plus pénibles que ceux auxquels nous étions accoutumée. Nous en serions bien récompensée si ces images et les explications forcément très succinctes qui les accompagnent pouvaient, à défaut de conclusion définitive, inciter à soumettre d'autres cas de l'espèce à une critique de plus en plus serrée.

Pour ce qui nous concerne, examinons maintenant d'assez près les principales traînées que nous avons aperçue dans le cercle de notre préparation et que notre planche I montre numérotées de 1 à 5. Ces chiffres comme d'ailleurs aussi les limites que nous avons assignées à chaque traînée ne présentent évidemment pour nous et ne conserveront, au cours de notre exposé, qu'une valeur simplement pratique.

Première traînée (pl. II, fig. 1). — Elle s'aperçoit tout en haut du cercle de la préparation. Nous y faisons rentrer quatre éléments dont un, non numéroté sur notre dessin, est une coque de relativement plus grande dimension et qu'il est impossible d'identifier à l'espèce des autres *Hystrichosphères* ⁽¹⁾. Celles-ci peuvent être considérées comme des *H. ramosa*, tout au moins au sens large de ce mot. Le n^o 1 est banal. Les coques n^{os} 2 et 3 n'ont pas exactement la forme caractérisant la plupart de nos précédents spécimens. Elles sont si semblables entre elles qu'on ne saurait leur dénier une certaine parenté ; ces deux coques offrent l'une et l'autre, du côté inférieur, une sorte de prolongement pyramidal se terminant en une forte épine que nous attribuerons au pôle F ⁽²⁾, selon le système de notation adopté jusqu'ici. Le grand axe du n^o 2 est oblique par rapport à celui du n^o 1. De toute façon, l'intrusion dans la série de la grosse « *Hystrichosphère* » d'aspect différent peut avoir amené un certain désordre des constituants de la série. On peut imaginer que les deux spécimens 2 et 3 se suivaient auparavant en droite ligne pôle à pôle ; rien n'est sûr.

(1) Peut-être est-ce une *Hystrichosphaera tenuicapillata* O. Wetzel.

(2) indiqué sur la planche par un astérisque. Pour éviter la surcharge, les dessins ne portent ici aucune autre mention.

Notons un fait : quatre spécimens de la présente traînée, — en y adjoignant une pièce vue à droite du n^o 2 — offrent du côté de l'observateur une déchirure de la paroi ; tout un côté a été enlevé au spécimen n^o 3 en vue latérale ; l'Hystrichosphère n^o 2 n'est ouverte qu'au voisinage du pôle inférieur qui est situé à peu près au même niveau que le n^o 3, son autre pôle n'apparaissant sur notre dessin qu'en vue plongeante ; le spécimen hors série flanquant à droite le n^o 2 et sensiblement à même profondeur que le n^o 3 est éventré de même. La grande coque porte une ouverture assez large. On dirait que tous ces spécimens ont été entamés alors qu'ils occupaient, les uns par rapport aux autres, leur position actuelle, ou que, mieux peut-être, ont été enlevées de leur coque les seules parties dépassant un certain niveau. De tels accidents de fossilisation doivent être notés : ce sont des faits qui, en s'accumulant, peuvent aider à mieux comprendre comment se sont édifiés les silix.

Fermons ce qui n'est qu'une parenthèse et voyons si une autre traînée d'Hystrichosphères ne nous révélerait pas, entre ses éléments, des relations plus nettement antérieures au temps de fossilisation.

Deuxième traînée (pl. II fig. 2). — Elle comporte, à gauche de la précédente (voy. pl. I), une série de six microfossiles, disposés en arc de cercle. Cette série, comme la précédente, est hétérogène. Entre les n^{os} 1 et 2 s'est introduit un « *Xanthidium* » *tubiferum* Ehrbg. ⁽¹⁾, descendant, il est vrai, jusqu'à un plan un peu plus profond.

Le n^o 1 de la série a été analysé assez aisément. Sa ceinture est bien visible ; l'extrémité F est dirigée en haut sur notre figure 2. Après l'élément étranger que constitue le *X. tubiferum*, nous trouvons un débris (n^o 2), une « calotte » d'Hystrichosphère, présentant, face à l'observateur, le plateau du pôle E ainsi que quelques parties avoisinantes. La coque n^o 3 a pu être étudiée avec précision ; on lui retrouve une orientation semblable à celle du n^o 1. Ce qui l'en sépare rend cette orientation moins significative. Assez intéressant est le fait que la coque n^o 4, inclinée en sens inverse de la précédente, pourrait certainement avoir eu autrefois

⁽¹⁾ = *Hystrichosphaera tubifera* O. Wetzel = *Hystrichosphaeridium tubiferum* Deflandre.

sa ceinture disposée dans le même plan. Le n° 5 est d'une étude extrêmement difficile; on ne saurait décider si son orientation correspond ou non à celle de l'Hystrichosphère voisine. Les déchirures affectant les deux derniers microfossiles considérés se sont effectuées suivant des plans quelconques.

Somme toute, la deuxième traînée n'est pas très significative. Elle permet cependant de supposer l'existence de cas où les Hystrichosphères seraient associées ceinture à ceinture.

Troisième traînée (pl. II, fig. 3). — Cette série commence par deux spécimens, dont l'un, situé plus à gauche, est placé dans un plan plus profond que le niveau de l'autre. Les deux images se superposent donc pour l'observateur, mais de façon partielle. Ceci permet de voir combien elles sont semblables. On aperçoit du côté supérieur les deux épines simplifiées des pôles F (marquées d'astérisques). La ceinture du spécimen n° 1, d'après la disposition des épines que l'on voit dépasser, doit offrir une orientation concordante à celle bien visible sur la coque n° 2. Nous n'avons pas encore rencontré d'exemple de concordance aussi parfaite. Si nous n'avions pas reconnu l'intégrité du n° 1, nous nous serions imaginé avoir affaire en bloc à une Hystrichosphère « double », mieux caractérisée même que celle de la figure 2 de notre troisième note (1).

Il y a une déchirure dans la coque n° 2 dont le système des épines est pourtant peu altéré. Remarquons que l'on trouve dans les silex des coques dont la paroi est, au contraire, peu ou même pas du tout entamée alors que les épines et les crêtes sont plus ou moins usées. Ces faits sont aussi à noter par ceux qui s'intéressent à la genèse des silex.

Un fragment d'Hystrichosphère (n° 3) existe à peu près à même profondeur que le n° 1, mais à droite du spécimen n° 2; sa structure ne se voit que de manière très confuse. Un examen prolongé nous a amenée à nous demander si cette pièce ne pourrait représenter la partie manquant au n° 2. Nous n'avons cependant pu arriver à la certitude sur ce point.

Pour passer du n° 3 au n° 4, il faut plonger plus profondément dans la préparation. La coque que nous apercevons ainsi est incontestablement orientée en sens inverse des précédentes.

(1) Mais cette dernière (coll. O. WETZEL) mériterait d'être réexaminée à la faveur de l'expérience que la présente étude nous a fait acquérir.

Son sommet E, largement développé, se trouve dirigé vers le haut (un peu à droite). Il semble que l'exemplaire n° 5 offre une orientation assez concordante : son pôle E, caché sur notre figure 3 en dessous du spécimen n° 4, nous a paru très semblable à celui de ce dernier. Vu la façon dont se superposent ces deux microfossiles, la façon dont se recouvrent aussi les trois précédents, l'idée de deux traînées s'enfonçant dans l'épaisseur de la préparation pourrait se substituer à celle envisagée de prime abord comme étant dans son ensemble parallèle à la surface. Nous avons prévu cette possibilité au début de cette note.

Les deux spécimens qui suivent n'offrent aucun intérêt théorique. Le premier (sans numéro) doit être une *Hystrichosphaera tenuicapillata* O. Wetzl, le second (n° 6) une *H. ramosa* assez banale dont l'orientation est identique à celle des spécimens qui ouvrent la série.

La troisième traînée, en même temps qu'elle nous a appris à tenir compte, dans notre étude de la préparation, d'une direction de plus de l'espace, nous a mis en présence d'un, probablement même de deux cas où deux coques voisines et semblables devaient se trouver orientées de même au moment de leur enfouissement dans le sédiment.

Quatrième traînée (pl. II, figs. 4a et 4b). — Nous attribuons ce nom commun à deux groupements de microfossiles qui se succèdent, dans la préparation, de façon à former ensemble un V très ouvert (pl. I). Entre nos séries 4a et 4b, il existe un espace moindre que celui qui les sépare sur notre planche II. Les nécessités de la mise en page nous ont aussi forcée à redresser l'extrémité gauche de notre série fig. 4b. De toute façon, il nous semblait plus commode d'étudier séparément les deux parties de la traînée.

Les trois pièces, que représente notre figure 4a, forment une ligne à peu près droite. Il s'agit de coques appartenant au même type et qui, de gauche à droite, sont de plus en plus grosses ou du moins devaient être telles, d'après ce qu'il en reste, car, si la deuxième est loin d'être intacte, la troisième ne comporte plus qu'un fragment assez réduit. Nous n'oserions affirmer cependant qu'il ait appartenu au précédent.

Le spécimen n° 1 est d'orientation aisée à reconnaître. L'épine, plus simple, de son pôle F (astérisque) est dirigée vers le haut.

Il se pourrait que le spécimen n° 2, dont la ceinture n'est pas tellement oblique par rapport à celle du précédent, ait été primitivement orienté de même, mais ce n'est pas sûr. Le n° 3, si nous avons bien identifié ce qui peut rester de sa ceinture, aurait celle-ci parallèle à la ceinture de l'Hystrichosphère n° 1; impossible évidemment de spécifier où pouvaient se trouver les deux extrémités de son grand axe.

A bien considérer ces trois exemplaires, on ne voit rien d'impossible à ce qu'ils aient constitué jadis une petite série d'éléments disposés ceinture à ceinture.

La seconde partie de notre quatrième traînée (figure 4b) est plus touffue que la précédente. Les coques que notre dessin montre comme accrochées par leurs épines respectives se trouvent en fait à diverses profondeurs de la lame de silex. De toutes, nous avons pu retrouver la ceinture ou ses vestiges. Les orientations concordent suffisamment, sauf pour le spécimen n° 7 dont ce qui apparaissait d'abord comme la ceinture n'est certainement que la bande d'interruption de celle-ci. Le spécimen non numéroté qui termine la série et dont le grand axe est, en réalité (voy. pl. I), situé dans l'alignement de celui du n° 6 de la précédente traînée, présente sa ceinture orientée comme la plupart des autres. C'est une Hystrichosphère d'un aspect cependant assez différent. Il est difficile, sauf pour ce qui concerne le n° 7, de situer les deux extrémités du grand axe de ces diverses coques; il semble que leur extrémité E se trouve généralement vers le haut et, sur notre planche II, plus ou moins inclinée à droite.

Ces diverses constatations ne sont pas nettes, il est vrai. Les concordances d'orientation ne sont pas absolues, mais telles qu'elles, offrent tout de même un certain intérêt si l'on songe à tant de causes de déplacement ayant pu exercer leur action sur nos microfossiles.

Cinquième traînée (pl. II, fig. 5). — Nous arrivons avec elle tout en bas du champ de la préparation que représente notre planche I. Entre un spicule complexe de Spongiaire et une coquille de Textulaire, se trouve une guirlande d'Hystrichosphères. A droite et plus bas que de grosses coques sombres, s'entrevoient cinq spécimens clairs, de tailles assez régulièrement décroissantes; ils constituent une traînée revenant inférieurement sur elle-même.

Les trois coques, n^{os} 1, 2 et 3 (pl. II, fig. 5), complètes sauf la dernière, nous paraissent montrer uniformément leur sommet E en haut vers la droite. Les ceintures se trouvent toutes, sur notre dessin, en bas et à gauche. Les trois coques sont de type semblable, encore que les polygones délimités par leurs crêtes ne soient pas également développés. Les rapports mutuels de ces trois Hystrichosphères sont curieux à noter, ils livrent un des meilleurs arguments que nous ayons à l'appui de l'hypothèse que nous avons envisagée en ces pages.

Le restant de notre cinquième traînée est constitué par les spécimens 4 et 5. Ce dernier dont l'étude a été particulièrement malaisée, ayant exigé un examen très attentif des deux faces de la lame de silex, n'est qu'un fragment dont le côté concave se voit sur notre figure 5. Il est fort possible, d'après la forme et la disposition des épines restant attachées à ce fragment, que celui-ci ait été enlevé au spécimen n^o 3. On dirait que la même force qui déplaça ce fragment vers le bas et la gauche en a fait autant de la coque n^o 4, celle-ci s'étant auparavant trouvée en arrière de notre spécimen n^o 3. Nous ne sommes cependant pas parvenue à décider si l'Hystrichosphère n^o 4 a conservé les pôles orientés comme ceux des individus qui l'auraient ainsi précédée ou si elle a adopté au contraire une position inverse.

Conclusion. — Nous ne saurions certes tirer aucune conclusion définitive de notre étude, pourtant laborieuse, de la remarquable préparation d'Ehrenberg.

Il nous semble cependant que ces traînées d'Hystrichosphères — dont l'orientation n'offre pas de concordance évidente avec celle des microfossiles les mieux alignés de la préparation — pourraient s'être constituées en vertu du jeu d'autres influences qu'une action extérieure à elles. Ces influences peuvent aussi bien avoir dérangé les éléments des traînées que les avoir arrangés.

En fait, telles qu'elles nous apparaissent dans la lame de silex, elles ont été trouvées plus ou moins hétérogènes. Il leur arrive cependant de comporter deux ou plusieurs éléments voisins de forme très semblable, et ceci même dans un cas où cette forme est peu banale. Telle série homogène a été trouvée comportant une succession de coques de tailles assez régulièrement décroissantes.

Dans plusieurs cas, les pôles de deux ou plusieurs coques successives se trouvent semblablement orientés et les ceintures

sont ou semblent avoir été, pour plusieurs individus, pratiquement dans le même plan. Deux *Hystrichosphères* adjacentes et similaires auraient pu être prises pour un spécimen double sans un examen des plus attentif.

En terminant la présente note, nous exprimons le vœu que d'autres chercheurs, que le hasard mettrait en présence d'un matériel adéquat, tentent de réaliser des observations complémentaires des nôtres. Les résultats ainsi obtenus seront à prendre en considération pour le classement définitif des *Hystrichosphères* parmi les êtres vivants.

Entretiens, nous serons amenés à mieux distinguer les vestiges du passé biologique de nos microfossiles des marques imprimées en eux par leurs vicissitudes géologiques. Et de ce progrès, l'histoire de la genèse des silex finira, elle aussi, espérons-le, par tirer un certain profit (cf. Twenhofel, 1932).

(Université de Liège. Laboratoires de Paléontologie et de Zoologie).

LISTE DES TRAVAUX CITÉS

- DEFLANDRE, G. — 1937. Microfossiles des silex crétacés. — Deuxième partie. Flagellés incertae sedis, *Hystrichosphaeridés*, Sarcodinés, organismes divers. (*Annales de Paléont.*, XXVI, pp. 49-72, 3 pl.).
- EHRENBERG, C. G. — 1875. Die Sicherung der Objectivität der selbstständigen mikroskopischen Lebensformen und ihrer Organisation durch eine zweckmässige Aufbewahrung. (*Monatsber. K. Akad. Wissensch. Berlin*, pp. 71-81).
- LEJEUNE, M. — 1937a. L'étude microscopique des silex. Un fossile anciennement connu et pourtant méconnu : *Hystrichosphaera ramosa* Ehrbg. (Deuxième note). (*Annales Soc. Géol. Belg.*, LX, Bull. n° 7, pp. 239-260, 2 pl.).
- IDEM. — 1937b. L'étude microscopique des silex. Encore *Hystrichosphaera ramosa* Ehrbg. : les coques « dédoublées », le « flagelle ». (Troisième note). (*Idem*, Bull. n° 9, pp. 321-333, 1 pl.).
- TWENHOFEL, W. — 1932. Treatise on Sedimentation. 2^e édit. Baltimore.
- WETZEL, O. — 1933. Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreidefeuersteins. (*Palaeontogr.*, LXXVII et LXXVIII, Abt. A, 156 p., 7 pl.).

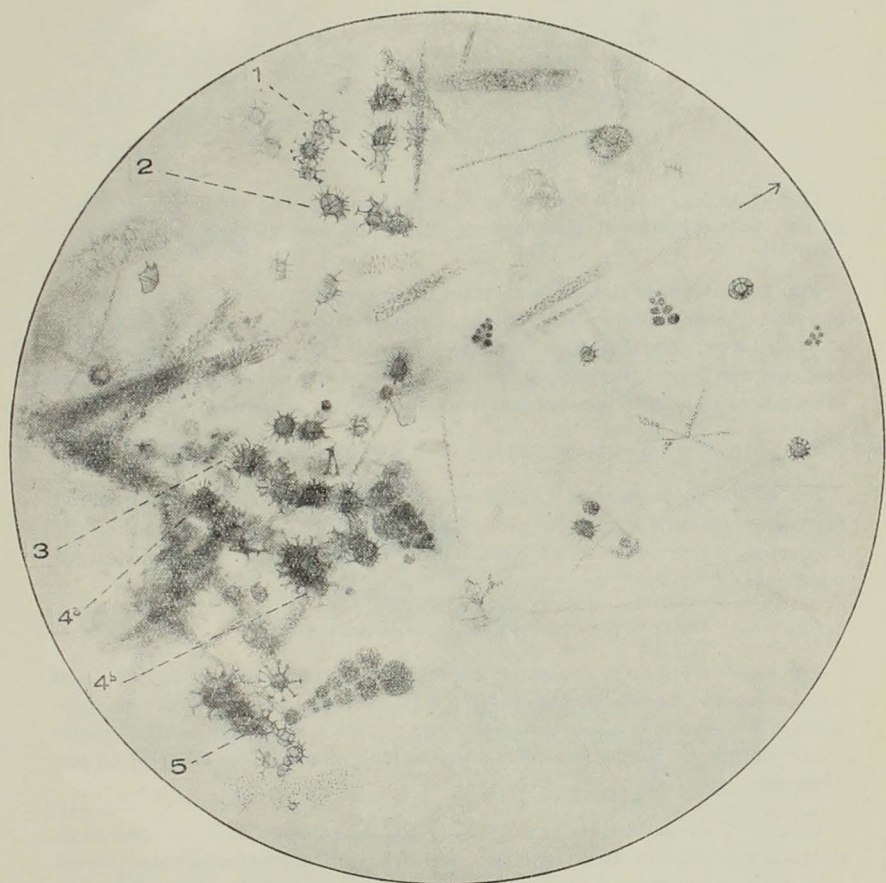


PLANCHE I.

Ce que contient le cercle « orange » de la préparation : Feuerstein von Delitzsch, n° 120 de la collection C. G. Ehrenberg (Berlin, Paläont. Geol. Museum der Universität).

Dessin exécuté sur un tracé pris à la chambre claire, à faible grossissement, pour apercevoir autant que possible les microfossiles des plans profonds comme les superficiels.

On a voulu surtout montrer en place les trainées d'Hystrichosphères (1-5) que la planche II montre séparément les unes des autres ; également des spicules de spongiaires dont l'orientation est indiquée par la flèche en haut et à droite.

Beaucoup de détails ont été omis. Voy. pourtant, sous la flèche, un *Membranibarnax* sp. ; sous le chiffre 2, un *Peridinium pyrophorum* Ehrbg. ; des coquilles de Textulaires de diverses tailles, les deux plus grosses à droite des trainées 3 et 5, etc.

PLANCHE II.

Cinq « trainées » d'Hystrichosphères de la préparation : Feuerstein von Delitzsch, n° 120, de la collection C. G. Ehrenberg (Berlin, Paléont. Geol. Museum der Universität).

FIG. 1. — Première trainée comportant une coque (non numérotée) qui pourrait être une *Hystrichosphaera tenuicapillata* O. Wetzel. Les deux coques semblables n°s 2 et 3 sont, pour autant qu'on puisse le dire, des *H. ramosa* mais d'allure plus originale que le n° 1. On croirait que les déchirures des coques se sont produites alors que celles-ci se trouvaient déjà dans leur position actuelle.

FIG. 2. — Deuxième trainée. Entre 1 et 2, un « *Xanthidium* » *tubiferum* Ehrbg.

FIG. 3. — Troisième trainée. Les coques 1 et 2 (+ 3) à pôle F situé en haut peuvent représenter (dans le sens de la profondeur de la lame de silex) une autre série d'exemplaires que les n°s 4 et 5, d'orientation inverse. Une *H. tenuicapillata* (non numérotée).

FIG. 4a. — Les trois premières pièces de la quatrième trainée.

FIG. 4b. — Le restant de la quatrième trainée : pour l'orientation réelle par rapport à ce qui précède, voy. la fig. d'ensemble (pl. I). Les ceintures concordent assez bien sauf sur le spécimen 7 dont ce qu'on aurait pu prendre pour la ceinture est la bande d'interruption. Le dernier spécimen, à droite, (non numéroté) est d'aspect un peu différent.

FIG. 5. — Cinquième trainée. Les cinq coques numérotées et de dimensions décroissantes peuvent avoir constitué une série rectiligne qu'un accident (ayant brisé en deux l'exemplaire n° 3) aurait pliée sur elle-même.

Toutes les figures : 330 ×.

Les notations précédemment employées ont été omises, mais un astérisque indique le pôle F de certaines coques.

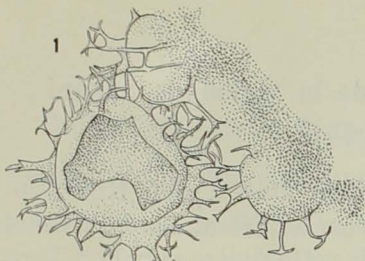


FIG. 1

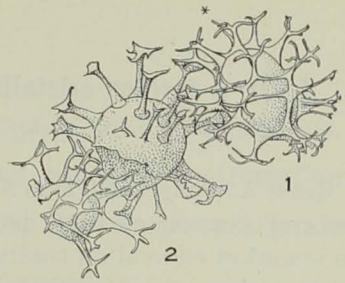
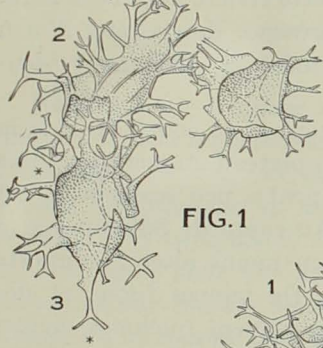


FIG. 2

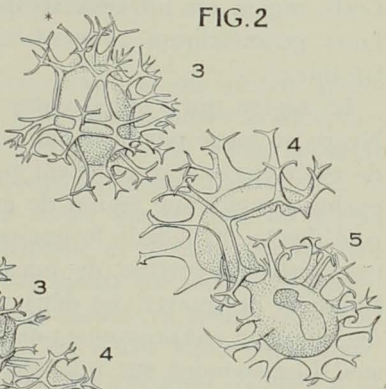


FIG. 3

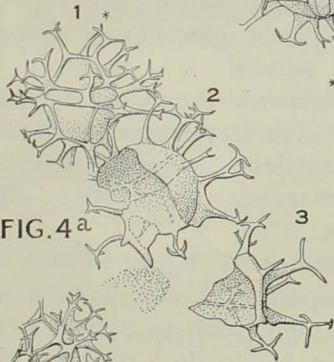


FIG. 4a

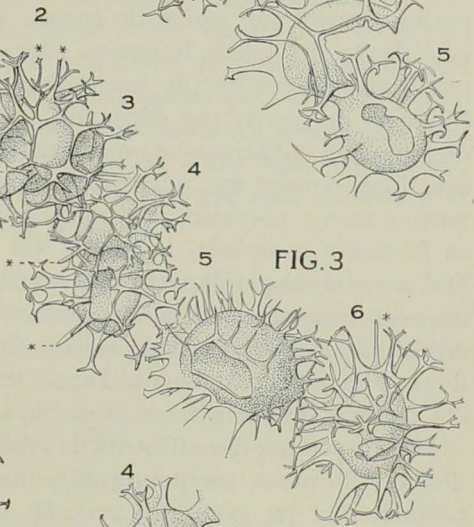


FIG. 4b

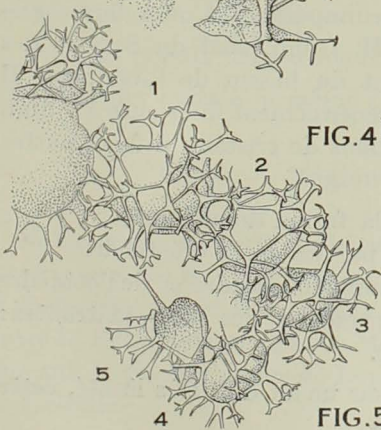
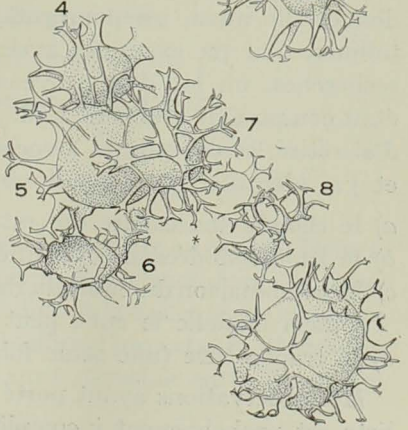


FIG. 5



L'Or à formes cristallines de la région de Subani

par E. POLINARD.

Grâce à l'obligeance de la Société des Mines d'or de Kilo-Moto, j'ai eu l'occasion, en 1931, de parcourir le versant Nord du Kibali en amont et en aval du confluent de cette rivière avec la N'Zoro. Cette région est intéressante par la présence de cristaux d'or à faces géométriques souvent bien formées et facilement identifiables.

La région qui s'étend entre l'Asimugu et le cours aval de la Nzoro prolongé par le Kibali forme un plateau auquel les vallées de ces rivières se raccordent par des pentes peu sensibles. C'est exclusivement une région de gneiss. Au camp de Subani, sur la rive droite du Kibali, le gneiss, plus ou moins altéré, comporte une forte proportion de mica blanc. De minces filons et des filonnets de quartz, ne dépassant pas souvent quelques mètres de longueur, ont provoqué une silicification partielle du gneiss et son durcissement sur une épaisseur de quelques millimètres et parfois même plusieurs centimètres. Sur la quinzaine de filons et filonnets examinés, la moitié est parallèle à la schistosité. De l'or visible apparaît parfois sur les fragments de quartz filonien ; on peut constater sur certains grains d'or la présence de faces cristallines. Les alluvions de Subani, formées en partie aux dépens de ces filonnets contiennent, d'après les renseignements qui m'ont été donnés, de l'or à faces cristallines.

La prospection des affluents de l'Asimugu, à l'Est de Subani, a donné, elle aussi, un pourcentage important d'or à faces cristallines. J'ai pu examiner avec M. Gillio, chef du Service des recherches, un lot d'or provenant du bassin de l'Asimugu. Il était composé de grains de taille généralement inférieure à 2 mm. J'ai retiré les cristaux et associations de cristaux à faces nettes et j'ai identifié :

- a) le rhombododécaèdre qui est la forme dominante ;
- b) le rhombododécaèdre modifié par les faces d'octaèdre ;
- c) la combinaison du cube, du rhombododécaèdre et de l'octaèdre dans laquelle le cube peut présenter des faces rentrantes ;
- d) le trapézoèdre (une seule fois).

Mes observations ayant porté sur un lot d'or très limité, cette liste est probablement incomplète.

**Étude détaillée de deux gisements aquifères continus.
Comparaison des variations des niveaux hydrostatiques
aux environs de Rotselaer (sables) et de Remicourt (craies)**

par P. G. LIÉGEOIS.

Résumé. — *L'auteur étudie les variations du niveau hydrostatique de deux gisements aquifères, l'un dans les sables de Rotselaer, l'autre dans les craies de Remicourt. Il en trace les lignes de même niveau hydrostatique au moyen de tous les puits existant dans la région. La comparaison des deux cartes montre que les lignes hydrostatiques dans une nappe phréatique de terrains poreux sont parallèles aux courbes hypsométriques tandis que les lignes hydrostatiques d'un courant dans un terrain perméable en grand, recoupent les lignes de niveau de la surface du sol d'une façon quelconque. Cette étude est suivie de considérations plus spéciales relatives à la nappe de la Hesbaye liégeoise.*

Nous avons choisi ces deux régions parmi celles dont nous connaissions le plus grand nombre de puits soigneusement relevés.

La comparaison des deux zones nous a paru intéressante à plus d'un titre :

- a) contrées de même étendue ;
- b) dénivellation du même ordre de grandeur ;
- c) terrains poreux sans couverture imperméable ;
- d) relevé des puits à la même époque (juin 1935).

1. — Région de Rotselaer

Notre examen a porté sur la surface comprise au Sud du Démer, avec le hameau de Heykant, la colline Rotselaerenberg, la plaine Kapelleveld au Sud-Est de cette colline et la vallée sèche comprise entre le Rotselaerenberg et le Middelberg, importante dépression que suit le chemin de fer de Louvain à Aerschot entre Wesemael et Gelrode.

Les puits y rencontrent successivement :

Cotes 50 à 25 : Diestien	} grès ferrugineux sable graveleux jaune cailloux et gravier
Cotes 25 à 20 : Diestien ou Rupelien	
Cotes 15 à 20 : Rupelien	} sable dur silex
Cotes 5 à 15 : Asschien et Wemmélien	

L'ensemble est perméable en petit et l'eau y descend jusqu'à l'Ypresien, l'argile de Boom ne montrant aucune continuité au Sud du Démer.

Nous avons mesuré les puits suivants dont nous donnons les détails sous forme de tableau afin de ne reproduire sur les cartes qu'un numéro d'ordre.

PUITS DE ROTSELAER

Numéro	Nom	Endroit	Cote du terrain	Cote de l'eau juin 1935
1	Leybeek	Heykant	11,—	10,—
2	de Wouters	»	12,—	10,60
3	Goethuis E.	»	14,—	11,60
4	Goethuis n° 2	»	14,—	11,60
5	Ecole	»	16,—	12,20
6	Verbeek	»	20,—	11,30
7	Nieuwhuis	Kapelleveld	16,50	11,50
8	Else	»	14,50	10,50
9	Dewitte	»	16,—	11,—
10	Café Marie	»	17,50	11,—
11	Vandecuyper	»	18,—	11,—
12	Maes	»	15,—	11,—
13	Chemin de fer	»	17,50	12,50
14	Tant	Rotselaerenberg	21,50	11,30
15	Asselberghs	»	24,—	11,10
16	Denewet	»	27,—	11,70
17	Boving	»	29,—	11,75
18	De Craan	»	26,—	11,30
19	Isaby	»	28,—	12,50

Si l'on trace, sur une carte à grande échelle, les courbes hypsométriques et hydrométriques, c'est-à-dire, les cotes de même niveau du terrain (par mètre) et les courbes de même niveau hydrostatique (par 0,50 mètre) de ce gisement phréatique, on constate :

1) Le gisement fournit l'eau à peu près partout au même niveau, mais on peut observer toutefois que les courbes hydrométriques sont sensiblement parallèles aux courbes hypsométriques.

2) La colline relativement importante n'influence guère le gisement car une dénivellation de 17 à 18 mètres ne relève le niveau hydrostatique que de 1,70 à 2,50 m.

3) Il y a une légère descente continue du niveau vers le Démer, et son affluent la Winghe, mais cette pente de la nappe n'est pas supérieure à 1 m. par km. dans la plaine.

2. — Région de Remicourt

L'examen des puits, effectué à l'occasion des études préliminaires au captage d'eau de Remicourt, a porté sur tous les points d'eau de cette commune et des territoires voisins de Pousset et Lamine au Nord et de Limont au Sud. La région est traversée du S-W au N-E par la Yerne, affluent du Geer et, à peu près perpendiculairement à cette direction par le chemin de fer Bruxelles-Liège.

Les puits y recourent de haut en bas :

En surface	}	alluvions de la Yerne
		limon hesbayen
		sable Tongrien par places
		craie grosse à silex par places
Cotes 145 à 105	}	craie blanche et marne
Cote 105 environ.....		argile smectique
Cotes 100 à 105	}	roches primaires avec intrusions
		éruptives

Le tout est poreux jusqu'à l'argile smectique sur laquelle s'établit le gisement aquifère qui descend des crêtes Nord de la Meuse jusqu'en Campine en passant sous les thalwegs du Geer et du Démer où il devient le grand courant artésien.

De nombreux puits de cette région sont à sec depuis un certain nombre d'années. L'approfondissement général du niveau hydrostatique en Hesbaye varie de 5 à 10 m. selon les endroits.

On attribue ordinairement cet abaissement :

- 1) aux travaux de captage pour la ville de Liège au moyen de galeries à la base de la craie.
- 2) à l'exhaure importante des usines et notamment des sucreries installées depuis un siècle dans cette région essentiellement betteravière.

Pour établir l'allure générale du niveau hydrostatique, nous avons considéré uniquement les puits contenant encore une certaine hauteur d'eau.

Nous tenons cependant à signaler le grand nombre de puits dont le fond se trouve actuellement à 6 ou 10 m. au-dessus du niveau hydrostatique. Ces ouvrages, que l'on a creusés jadis avec des diamètres généralement supérieurs à 1 m., et dont le cuvelage et les machines élévatoires ont constitué pour les habitants une dépense sérieuse, ont certainement été autrefois alimentés de façon continue. Ils sont les plus sûrs témoins de l'abaissement considérable du niveau aquifère de cette région.

Le tableau suivant mentionne les puits repérés par un numéro d'ordre sur la carte.

Lorsqu'on trace, comme tout à l'heure, et sur une carte à la même échelle, les courbes de niveau du terrain (par mètre) et du gisement aquifère (par 0,50 mètre), on constate que :

1) Il n'y a plus aucun parallélisme entre les courbes hypsométriques et les courbes hydrométriques ; celles-ci recoupent celles-là à peu près perpendiculairement dans toute la région considérée.

2) Les puits du Moulin de Pousset à l'W. et Warnotte à l'E. de Remicourt, où le sol est au niveau 138 environ, ont l'eau à la cote 111 à peu près, tandis que les puits du centre du village de Remicourt, dont la margelle est 10 à 12 m. plus bas, trouvent l'eau à la cote 112 ou 113. Ce relèvement n'est pas dû à la rivière, laquelle était d'ailleurs à peu près à sec en juin 1935, car les courbes hydrométriques ne diffèrent guère d'allure dans le thalweg

PUITS DE REMICOURT

Numéro	Nom	Endroit	Cote du terrain	Cote de l'eau juin 1935
1	Léonard	Pousset	136,—	111,—
2	Moulin.....	»	137,75	111,95
3	Marquises	Lamaine	133,70	110,—
4	Jonkis	Route de Waremme	129,85	112,20
5	Jonkis	»	127,65	112,50
6	Bleus	»	127,65	112,70
7	Adam	»	128,80	112,80
8	Cabus	»	130,25	112,95
9	Bressine	Remicourt village	128,95	110,80
10	Warnotte	»	138,15	111,—
11	Haleux	»	124,95	112,15
12	Pirotte	»	125,95	112,—
13	Marnette	»	125,60	112,45
14	Lekeu	»	128,05	112,65
15	Union Coopérative ..	»	126,—	112,40
16	Bronckart	»	125,—	112,85
17	Pressia	»	133,05	112,60
18	Bernaerts	»	132,90	112,70
19	Charlier	»	136,30	113,15
20	Lenois	»	131,80	113,25
21	Presbytère	»	132,25	113,45
22	Halleux	»	126,—	113,—
23	Mottard	»	128,15	113,70
24	Sucrerie.....	»	135,20	113,30
25	Usine Mélotte	»	135,55	112,55
26	Cordi	»	127,—	113,50
27	Gérard.....	»	132,05	113,—
28	Grutman	»	130,60	114,35
29	Bartholomez.....	»	133,15	113,55
30	Nomérange	»	132,85	114,65
31	Bronckaert	Route de Noville	144,30	113,50
32	Maison ch. de fer.....	»	142,20	113,95
33	Demotte	Route de Bovenistier	132,35	113,80
34	Puits mitoyen	»	133,95	113,80
35	Roux	»	130,80	114,30
36	Maison Mélotte	»	131,—	114,—
37	Hospice Mélotte	Route de Limont	136,—	114,50
38	Demaret	»	139,35	115,—
39	Moulin Wathour	Limont	146,—	120,—
40	Château Snyers	»	136,—	121,—
41	Foret	»	142,—	122,—

de la Yerne et dans les deux profondes vallées sèches qui s'allongent dans la même direction à l'E. et à l'W. de Remicourt.

D'ailleurs si l'on se rend en ligne droite de Pousset à Limont ou de Momalle à Bovenistier, on recoupe successivement plusieurs

collines et dépressions entre les cotes 130 et 150. Or, le niveau de l'eau des puits ne cesse pas de se rencontrer à une altitude de plus en plus élevée vers le Sud.

3) Il y a une descente continue et assez rapide de la nappe vers le Nord-Est, qui est le pendage de la craie dans cette région. Cette pente du niveau hydrostatique est de 6 à 7 m. par km.

Conclusion

Le gisement aquifère de la région de Rotselaer est une nappe *phréatique* type, horizontale, légèrement relevée sous les collines importantes, et coulant en pente presque insensible vers le Démer.

Le gisement aquifère de la Hesbaye liégeoise est un *courant* analogue à ceux des terrains largement fissurés. Ce courant a une pente assez sensible vers le Geer et n'est pas du tout influencé par le relief superficiel. La perméabilité en grand de la craie et de la marne, encore discutée de nos jours, paraît ici démontrée.

Les cartes explicatives jointes à la présente étude sont à l'échelle du 20.000^e, mais les cartes originales présentées à la Société Géologique étaient à l'échelle cadastrale de 1/2500. Les courbes hydrométriques y sont figurées de 0.50 m. en 0,50 m., et les courbes hypsométriques de 5 en 5 mètres, pour plus de clarté.

Lorsque de telles cartes seront établies pour toutes les communes belges, le rôle des sourciers sera réduit à peu de chose, puisqu'on pourra *déterminer le niveau supérieur de l'eau à un demi-mètre près.*

Note additionnelle

Au cours de la discussion ayant suivi cette communication, il a été demandé si l'on pouvait expliquer la raison pour laquelle les lignes de même niveau hydrostatique étaient plus écartées vers l'Est que vers l'Ouest de Remicourt. Cette question est restée sans réponse et M. Legraye a fait remarquer qu'en tout état de cause, on ne pouvait l'attribuer aux travaux de captage de la ville de Liège. En effet, à cette époque, les galeries arrivaient aux environs de Limont (au Sud) et l'abaissement consécutif de la nappe aurait dû avoir pour effet d'écartier plutôt les courbes du côté ouest.

En ce qui concerne la direction générale de ces courbes (W.N.W.-E.S.E.) l'auteur fait remarquer que le pendage du gisement aquifère n'est pas du tout dirigé vers le Geer, seule rivière importante de cette région, et dont le cours est nettement S.W.-N.E. L'inclinaison générale de l'eau est en réalité celle des assises crétaciques de la Hesbaye liégeoise.

Revenant sur le problème de l'abaissement continu de ce niveau hydrostatique, M. Fourmarier émet l'avis que l'intensité de la culture ne lui paraît pas suffisante pour expliquer ce phénomène. Il se demande même s'il ne s'agit pas là d'une oscillation périodique de la nappe, en relation avec des séries d'années pluvieuses ou sèches. Il y a peut-être une analogie avec les mouvements alternatifs du niveau des grands lacs du Centre africain. L'étude de cette thèse exigerait évidemment de longues et minutieuses observations.

Vu l'intérêt qu'elle présente, nous nous proposons de la poursuivre, d'autant plus qu'il nous a été déclaré que, dans la région entre Oreye et Remicourt, l'eau des puits montait pendant 7 ans, puis descendait durant le même laps de temps. Il va sans dire que nous n'avons rien contrôlé de cette affirmation.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

SOUS LA PRÉSIDENTENCE D'HONNEUR DE SA MAJESTÉ LE ROI

Procès-verbaux des Séances

T. LXI, Bull. N° 3.

DÉCEMBRE 1937

Séance ordinaire du 19 décembre 1937

Présidence de M. H. BUTTGENBACH, Président.

Décès. — Le Président a le regret de faire part à l'assemblée du décès de M. F. Kraentzel, Directeur au Ministère de l'Instruction Publique, membre effectif de la Société.

Admission de membres effectifs. — Sont admis en qualité de membres effectifs de la Société, MM. :

PREUDHOMME, Léon, ingénieur à la Compagnie Minière des Grands Lacs, 3, rue Duysburgh, à Bruxelles, présenté par MM. P. Fourmarier et M. Legraye.

MORTELMANS, Georges, licencié en sciences géographiques et minéralogiques, géologue à la Mission cartographique du C. S. K. Dépêche spéciale, Kubengere par Bukama, Congo Belge, présenté par MM. M. Leriche et M. Denayer.

Présentation d'un membre effectif. — Le Président annonce la présentation d'un membre effectif.

Présentation de membres honoraires et correspondants. — Le Président annonce la présentation d'un membre honoraire et de sept membres correspondants.

DONS D'AUTEURS

Annuario delle Pontifica Accademia della Scienze. — I, 1936-1937, 809+38 p., Città del Vaticano, 1937.

Spencer, L. J. — Bibliographical notices of mineralogists recently deceased (Sixth ser.). *Miner. Mag.*, vol. XXIV, n° 153, June, 1936, pp. 277-906, London, 1936.

— The Tenham (Queensland) meteoritic shower of 1879. *Miner. Mag.*, vol. XXIV, n° 156, March, 1937, pp. 437-52, London, 1937.

— The tektite problem. *Miner. Mag.*, vol. XXIV, n° 156, March, 1937, pp. 503-06, London 1937.

— Meteorites and the Craters on the Moon. *Nature*, vol. CXXXIX, April 17, 1937, pp. 655-57, London, 1937.

— The Refractometer (Total Reflectometer) and the Paths of Light Rays. *The Gemmologist.*, vol. VI, May, 1937, pp. 231-36, 3 fig., London, 1937.

Verhoogen, J. — L'intérieur de la terre. *Bull. techn. Assoc. Ing. Brux.*, 33^e année, n° 3, 1937, pp. 49-61, Bruxelles, 1937.

— A monoclinic « Hypersthene » from the Cascade Lavas. *Amer. Jour. Sci.*, vol. XXXIII, January 1937, pp. 63-69, 2 fig., New Haven (Conn.), 1937.

— Mount St. Helens. A recent Cascade Volcano. *Univ. Calif. Public. Bull. Dept. geol. Sci.*, vol. XXIV, n° 9, Oct. 26, 1937, pp. 263-302, 13 fig., 3 pl., Berkeley (Calif.), 1937.

La séance de ce jour se tient dans les nouveaux locaux de l'Institut de Minéralogie. M. H. Buttgenbach décrit sommairement la disposition des collections qui pourront être visitées après la séance.

Communications :

A propos de deux gisements aurifères : Salsigne (France) et Passagem (Brésil)

par M. LEGRAYE.

Résumé. — *Les minerais aurifères de Salsigne (France) et Passagem (Brésil) présentent de frappantes analogies : première phase de minéralisation en mispickel et pyrite ; phase tardive avec chalcopryrite, composés de bismuth et or. Le minerai de Passagem possède une gangue de tourmaline ; il appartient à la fin de la phase pegmatique-pneumatolitique ; le minerai de Salsigne appartient à la phase hydrothermale. La minéralisation en or s'étend sur les deux phases.*

Ayant eu l'occasion d'étudier d'une manière très détaillée le minerai d'or de la mine de Salsigne, en France, et d'examiner au microscope, une série de préparations faites dans un minerai d'or de la mine de Passagem, au Brésil, j'ai été frappé de certaines analogies que je crois utile de signaler dans cette note.

Les filons exploités à la mine de Salsigne font partie d'un champ filonien formant une auréole autour d'un massif granitique d'âge hercynien, intrusif dans les roches de la Montagne Noire. Ils sont localisés, sur son versant méridional, dans des schistes, des quartzites et des calcaires d'âge cambrien.

Le minerai est constitué par du mispickel, de la pyrite, de la pyrrhotine, de la chalcopryrite, des composés de bismuth et par de l'or dans une gangue formée essentiellement par du quartz et accessoirement par de la calcite ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ cf. M. LEGRAYE. — Etude de quelques types de minerais aurifères de Salsigne (Aude, France). Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie Appliquée. 7^e session. Paris. 1935.

Composés de bismuth dans un mispickel aurifère. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, t. LX, 1936-37, p. B 175.

Au cours d'une première phase de la minéralisation le mispickel et la pyrite se sont mis en place, la pyrrhotine un peu après sans doute.

Des mouvements dans les filons ont disloqué les premiers sulfures et arséniures : au cours d'une deuxième phase de la minéralisation la chalcopyrite, les composés de bismuth et l'or se sont introduits dans les roches ainsi que dans les fissures du mispickel (et parfois de la pyrite).

Quoique les travaux n'aient pas, jusqu'à présent, montré de relations directes entre le gisement et le grand massif de granite qui s'étend au Nord de celui-ci, j'ai placé l'origine de la minéralisation dans ce granite et j'ai apparenté le gisement au type de gisements hypothermaux formés à profondeur relativement grande et à température élevée (300 à 500° C).

La mine de Passagem dont j'ai étudié quelques minerais est située au Brésil, à l'Est de Ouro Preto. En plein cœur d'un vaste massif de granite il existe un grand lambeau de terrains d'âge probablement précambrien, dans lesquels sont localisés un certain nombre de filons aurifères exploités (Passagem, Morro Velho, Guiaba, Sao Bento).

Il n'y a pas d'exploitations dans le massif de granite même. La mine de Passagem travaille un filon dirigé nord est, à pente de 20 degrés sud-est, d'épaisseur variable (0,30 m. à 4 m.) minéralisé en mispickel, en pyrite, en pyrrhotine, en chalcopyrite, en composés de bismuth et en or dans une gangue formée essentiellement par de la tourmaline et par du quartz. Le filon est compris entre itabirites au toit et schistes au mur. Il semble suivre la stratification, quoique certains auteurs le considèrent comme un « dyke » de pegmatite.

O. A. Derby a distingué dans la formation du gisement trois phases : zone de fracture dans laquelle se sont infiltrées des pegmatites passant à du quartz, refracturation de cette pegmatite quartzreuse avec apport de tourmaline et séricitisation du feldspath ; puis, vers la fin de cette deuxième phase, nouvelle fracturation donnant accès aux composés de soufre, d'arsenic, aux oxydes métalliques, à l'or et à l'argent.

L'examen des minerais ne permet toutefois pas de certifier que le

mispickel et la pyrite sont postérieurs à la tourmaline et certains indices me portent plutôt à croire — sans pouvoir encore le certifier — que la tourmaline est postérieure au mispickel et à la pyrite.

L'examen de sections polies dans des minerais à gangue tourmalinifère, tout en ne permettant pas d'observer les deux premières phases signalées, montre qu'on peut subdiviser la dernière phase (minéralisation) en deux phases aisément différenciables. Il y a eu d'abord minéralisation en mispickel et en pyrite. Les efforts tectoniques qui ont créé la zone de dislocations par laquelle les solutions minéralisatrices ont pu s'infiltrer se sont accentués, il y a eu amenée de la chalcopryrite, des composés de bismuth et de l'or, en même temps que du quartz. Cette succession est identiquement la même que dans le gisement de Salsigne; la fracturation de la pyrite et du mispickel est peut être moins intense qu'à Salsigne, mais à Passagem la gangue de tourmaline s'est plus facilement disloquée et a permis aux derniers éléments de la minéralisation de prendre place dans ses fissures. Dans la tourmaline comme dans la pyrite ou dans le mispickel on observe des veinules de quartz accompagné de chalcopryrite, d'oret de composés de bismuth. De nombreuses petites plages d'or — de quelques centièmes de millimètre de côté — s'isolent dans la gangue, dans les sulfures ou dans les arséniures; ils sont très souvent accompagnés par des composés de bismuth ayant absolument le même aspect et les mêmes relations qu'à Salsigne. J'ai examiné des centaines de sections faites dans le minerai de cette dernière mine et j'ai été frappé de la similitude dans le minerai. La gangue seule diffère, mais cette différence même offre un grand intérêt.

Il y a d'abord le fait que l'on a observé que là où la gangue était formée presque exclusivement de tourmaline, la teneur en or du minerai est particulièrement élevée: 150 à 200 grammes à la tonne alors qu'elle n'est que deux à trois grammes en moyenne lorsque la gangue est entièrement quartzreuse.

Il y a ensuite le fait que nous pouvons considérer le filon tourmalinifère comme relativement proche du magma granitique qui lui a donné naissance. La pegmatite minéralisée n'est tourmalinifère que dans la partie profonde du filon; la tourmaline est d'ailleurs considérée comme postérieure à la pegmatite et voisine,

ou associée, au début de la phase de minéralisation en mispickel et pyrite.

On sait que dans les veines à cassitérite on trouve souvent, associés à la cassitérite, du mispickel, du bismuth, avec des quantités plus ou moins grandes chalcopyrite et de la pyrrhotine (Cornouailles, Chili). Ce type de remplissage filonien doit, je pense être considéré comme plus voisin encore du granite que le type de Passagem qui pourrait être considéré comme une transition entre le type filon tourmalinifère à cassitérite et le type filon de quartz aurifère (avec mispickel et pyrite) du type de Salsigne.

Mais la minéralisation en or (et composés de bismuth) s'étend sur les divers types filoniens. Elle peut conserver comme on le voit le même caractère sur des distances considérables à partir du granite d'où elle provient. Dans le même massif de roches probablement précambriennes du Brésil, renfermant le gîte de Passagem, nous avons d'ailleurs le célèbre gîte de Morro Velho où le remplissage filonien en mispickel, pyrite, pyrrhotine, avec un peu de chalcopyrite et une teneur moyenne en or de quinze grammes à la tonne — minéralisation comparable à celle de Passagem et à celle de Salsigne — est connu sur plus de trois mille mètres suivant la pente et travaillé à la profondeur de plus de 2200 mètres.

Les gisements dont il vient d'être question sont donc étroitement apparentés et entrent dans ce que Lindgren, dans sa classification de 1919, appelait « gisements formés à grande profondeur ou à pression et température élevés » et, dans sa classification plus récente, 1928, « gîtes hypothermaux » (1). P. Niggli (2), qui considère l'ensemble des gisements métallifères en relation avec les magmas comme des phases de la différenciation magmatique, y distingue la phase orthogmatique, la phase pegmatitique-pneumatolitique et la phase hydrothermale.

Le tableau ci-après, composé d'après un tableau plus général établi par Niggli, montre la répartition de l'arsenic, du cuivre, du bismuth, de l'or et du bore dans ces différentes phases.

(1) W. LINDGREN. — Mineral Deposits, 1919 et 1928.

(2) P. NIGGLI. — Ore Deposits of Magmatic Origin : their genesis and natural classification, 1929.

	Phase Orthomagmatique.		Phase Pegmatitique-Pneumatolitique.				Phase Hydrothermale.			
	Roches Eruptives	Gites Métallifères	Pegmatites.	Métaux lourds	Cassitérite	Filons Quartz-Tourmaline	Gites de pyrites aurifères	Gites Pb-Zn-Ag	Gites Ni-Co-Ag	Gites Sb-Hg
As			Mispickel				Cu-Sulfosels		Realgar	
Cu			Chalcopryrite		Chalcopyrite, As-Sb sulfosels					
Bi			Bismuth - Bismuthine						Bl natif	
B			Tourmaline, silicates de B		Tourmaline					
Au					Natif, tellurures					

Le gisement de Passagem se place vers la fin de la phase pegmatitique-pneumatolitique, le gisement de Salsigne se situe au début de la phase hydrothermale.

Le même auteur a groupé les gisements en gisements des Archaïdes (vieilles unités structurales, môles), en gisements des Palaeoïdes (vieilles chaînes) et en gisements des Mesoïdes (chaînes récentes). Les deux gisements dont il vient d'être question appartiennent aux Palaeoïdes.

La persistance de la minéralisation en or à de grandes distances du magma qui lui a donné naissance est remarquable (1).

Au point de vue de leur minéralisation et de leur genèse, ces deux gisements permettraient de faire des rapprochements intéressants avec la description des gisements très comparables de l'Urega Oriental (Kivu, Congo Belge) telle qu'elle a été publiée par M. Van Aubel (1).

(1) R. VAN AUBEL. — Minerais d'or de l'Urega Oriental (Kivu, Congo Belge). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5^e série, t. IV, p. 675-693. 1934.

Courbes péritecticales dans les systèmes ternaires

par P. MICHOT

Résumé. — *L'auteur discute, du point de vue théorique, les courbes péritecticales dans les systèmes ternaires et montre la possibilité d'une autoassimilation, c'est-à-dire le retour à la phase liquide au cours de la chute de température, de quantités de constituants indépendants auparavant fixées dans une ou plusieurs phases solides à haute température. Il recherche quelle est la caractéristique, dans la représentation graphique, des courbes péritecticales ayant un caractère d'autoassimilation.*

Les nombreuses recherches sur la physico-chimie des silicates ont une importance au point de vue non seulement de la genèse de ces minéraux, mais aussi de la théorie de la différenciation magmatique, puisqu'elle enlève à celle-ci son caractère empirique et pose le problème géologique sur une base rationnelle. On peut leur demander entr'autres de fournir une interprétation complète des différentes caractéristiques des diagrammes de différenciation des roches magmatiques, et spécialement des diagrammes si tels qu'ils sont tracés par P. Niggli.

La représentation graphique, qui est la généralisation par voie d'interpolation des résultats expérimentaux, est à la base de semblables considérations; elle acquiert spécialement toute sa valeur dans les systèmes ternaires, car ceux-ci permettent d'étudier de façon simple le comportement mutuel des phases solides en équilibre avec la solution-mère au cours de la chute de température, problème qui est fondamental dans l'étude des magmas. Dans ces systèmes dont l'investigation est faite à pression constante, la composition chimique de la phase liquide en équilibre avec les deux phases solides est donnée par une courbe continue; la projection de celle-ci sur le plan des compositions chimiques figurées suivant la méthode du triangle équilatéral, peut présenter deux types d'allure caractérisant les relations entre les deux phases solides :

a) Dans le cas le plus simple, le liquide donne naissance simultanément aux deux phases solides avec lesquelles il est en équilibre; on dit dans ce cas qu'il existe entre les deux phases solides

une relation eutecticale. Dans la représentation graphique, la courbe figurative de la composition chimique du liquide, appelée **eutecticale**, a une allure telle que la tangente en chacun de ses points recoupe le segment joignant les points figuratifs des deux phases solides.

b) Dans le second cas, une des phases solides est résorbée au cours de la chute de température, pendant qu'une autre phase solide cristallise. La courbe représentative des compositions du liquide en équilibre avec ces deux phases, est dite **péritecticale**. Son allure est telle que la tangente en chacun de ses points recoupe le prolongement du segment joignant les points figuratifs des deux phases solides; de plus ce point de recoupe se trouve du côté du point représentatif de la phase solide de néocristallisation.

Dans le cas de cristallisation de type eutectical, toute quantité de constituant indépendant, une fois fixée dans les phases solides, est soustraite définitivement au liquide. Dans le cas de courbes péritecticales, cette conclusion n'apparaît plus; en effet la phase nouvelle diffère nécessairement de la phase solide en voie de résorption par la proportion relative d'au moins un de ses constituants indépendants; l'augmentation de cette proportion peut n'être que le résultat d'additions provenant du liquide et se portant sur la phase quantitativement en régression pour donner la phase nouvelle; dans ce cas les quantités de constituants indépendants fixés dans la phase à haute température se retrouvent intégralement dans la phase à basse température. Tel est le cas de la transformation de la forstérite en enstatite ou d'une façon plus générale celle de la transformation de l'orthosilicate de magnésium en métasilicates dans le système ternaire forstérite-silice-diopside.

Mais le schéma de l'opération de transformation peut être du type extrême opposé; l'augmentation relative d'un constituant indépendant dans la phase à basse température peut n'être que le résultat de la soustraction, à la phase à haute température, des quantités de constituants indépendants en excès, et de leur redissolution dans la phase liquide.

Une explication complémentaire est cependant nécessaire pour préciser, dans le sens où il est employé ici, le terme de redissolution dans la phase liquide. La transformation mentionnée

plus haut de l'orthosilicate de magnésium en métasilicate peut se concevoir suivant deux modes extrêmes : 1° Ou bien la réaction se passe directement entre le liquide et l'orthosilicate, de telle façon que celui-ci se transforme molécule par molécule en métasilicate solide par addition d'une molécule de SiO_2 : c'est le mode le plus simple montrant le maintien, dans la phase solide à basse température, des quantités de MgO et de SiO_2 fixées antérieurement à la modification dans la phase à haute température. 2° Ou bien l'orthosilicate, pour disparaître, se redissout dans le liquide ; mais comme cette dissolution conduit à un état de sursaturation en MgSiO_3 , le liquide précipite sous cette dernière forme une quantité de Mg et de Si au moins égale (dans le cas présent supérieure) à celle qui résulte de la transformation directe de l'orthosilicate ; ce dernier cas est donc caractérisé tout au moins par la compensation entre les quantités d'atomes dissoutes et les quantités précipitées conjointement ; au total il n'y a pas de rentrée, dans le liquide, d'éléments fixés auparavant dans la phase solide stable à haute température ; il n'y a pas redissolution réelle des constituants indépendants.

En résumé, du point de vue théorique, on peut envisager la possibilité de la redissolution d'un ou de plusieurs constituants indépendants au cours de la chute de température, mais la chose n'est possible que dans le cas de courbes péritecticales. A ce phénomène je réserve le nom d'*autoassimilation*, c'est-à-dire retour automatique dans le magma liquide au cours de la chute de température, de certains éléments chimiques fixés auparavant dans une ou plusieurs phases solides engendrées à plus haute température par le même magma.

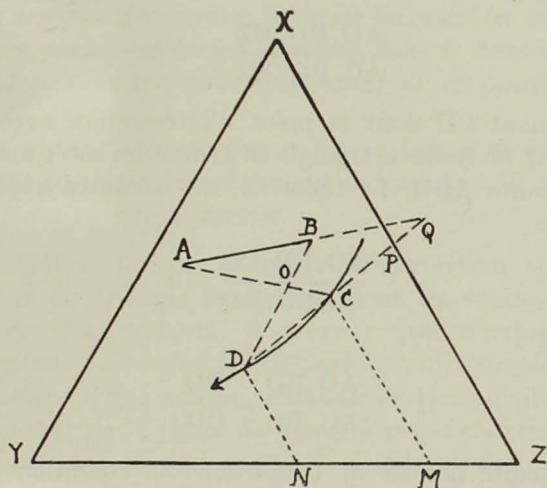
* * *

L'autoassimilation se traduit donc par le fait que la quantité d'un constituant indépendant (exprimée en poids ou en nombre d'atomes) dans le liquide à haute température est inférieure à celle qui y existe à une température plus basse, mais suffisamment rapprochée de la précédente.

Il reste à rechercher comment ce phénomène apparaît graphiquement dans la représentation triangulaire adoptée généralement.

Considérons une courbe réactionnelle CD, représentant l'évo-

lution de la composition chimique d'un liquide en équilibre avec les phases solides A et B, la chute de température correspondant au sens CD.



A la température du point C, la masse unitaire dont la composition chimique est représentée par le point O comprend une quantité de liquide égale à $\frac{AO}{AC}$. La proportion du constituant indépendant y , dans ce liquide, étant $\frac{MZ}{YZ}$, la quantité de y dans le liquide est donc

$$\frac{AO}{AC} \cdot \frac{MZ}{YZ}$$

De même, la quantité de ce même constituant y , dans le liquide D est

$$\frac{BO}{BD} \cdot \frac{NZ}{YZ}$$

L'autoassimilation du constituant y existe si

$$\frac{AO.MZ}{AC.YZ} < \frac{BO.NZ}{BD.YZ}$$

c'est-à-dire si

$$\frac{AO.BD.MZ}{AC.BO.NZ} < 1$$

En joignant CD dont le point d'intersection avec la droite AB est en Q, on forme le triangle OCD dont les côtés sont recoupés par la sécante ABQ. Le théorème des sécantes appliqué à ce cas donne

$$\frac{AO.BD.CQ}{AC.BO.DQ} = 1$$

c'est-à-dire

$$\frac{AO.BD}{AC.BO} = \frac{DQ}{CQ}$$

Cette égalité permet de transformer la condition d'autoassimilation en

$$\frac{MZ.DQ}{NZ.CQ} < 1 \quad \text{ou} \quad \frac{MZ}{NZ} < \frac{CQ}{DQ}$$

Comme d'autre part $\frac{MZ}{NZ} = \frac{CP}{DP}$, la dernière condition d'autoassimilation devient

$$\frac{CP}{DP} < \frac{CQ}{DQ}$$

Cette condition est réalisée, lorsque le point Q se trouve à l'extérieur du triangle équilatéral. Il y a donc autoassimilation du constituant y dans l'espace CD, lorsque le point d'intersection de la droite CD et de la droite joignant les points figuratifs des compositions chimiques des phases solides en équilibre avec le liquide, est situé dans le demi-plan opposé à celui qui contient le point représentatif de ce constituant indépendant.

En rapprochant indéfiniment le point D du point C, jusqu'à ce qu'il se confonde avec lui, la sécante CD se mue en la tangente

au point C : celle-ci définit alors le caractère de la courbe péritecticale à la température du point C. D'où l'énoncé :

Une courbe péritecticale a un caractère d'autoassimilation par rapport à un constituant indépendant lorsque la tangente en chacun de ses points rencontre la droite joignant les points représentatifs des phases solides en équilibre dans le demi-plan opposé à celui qui contient le point représentatif de ce constituant indépendant.

Lorsque ce point d'intersection se trouve dans le même demi-plan que le point figuratif du constituant indépendant, il n'existe pas d'autoassimilation de ce dernier.

En particulier, lorsque le point d'intersection Q se trouve à l'intérieur du triangle équilatéral dont les sommets sont les constituants indépendants, il n'existe pas d'autoassimilation de ces derniers. La courbe péritecticale est dite simple.

Le caractère d'une courbe péritecticale peut d'ailleurs varier dans le courant de la chute de température. Cela résulte du fait que si, dans le cas de deux composés chimiques définis, la droite qui joint les deux points figuratifs est fixe, il n'en est pas de même de la tangente à la courbe dont la direction varie à chaque température. Il se peut donc, comme dans le cas du dessin donné, que si la courbe péritecticale est du type simple à haute température, elle prenne le caractère d'autoassimilation à température plus basse, et inversement.

Enfin la solution est applicable également lorsque une ou deux phases solides sont des solutions.

Dans tous les cas, la solution graphique est simple : elle permet l'interprétation plus complète des phénomènes qui se passent dans les systèmes ternaires.

(Laboratoire de pétrographie de l'Université de Liège).

Un échange de vues à lieu entre MM. Nys et Macar à propos d'une note de ce dernier sur des cailloux impressionnés, parue dans le bulletin n° 1. Vu l'heure tardive le Président propose que cette discussion soit reprise à une prochaine séance.