

**Nouvelles Données sur la Glauconie**  
tirées de  
**l'Étude des Formations Crétacées**  
**traversées par le Puits d'Harchies (Belgique)**

PAR

**L. CAYEUX**

Professeur au Collège de France et à l'Institut National Agronomique,  
Membre honoraire de la Société Géologique de Belgique.



# NOUVELLES DONNÉES SUR LA GLAUCONIE, TIRÉES DE L'ÉTUDE DES FORMATIONS CRÉTACÉES TRAVERSÉES PAR LE PUITS D'HARCHIES (BELGIQUE)

PAR

L. CAYEUX

Professeur au Collège de France et à l'Institut National Agronomique,  
Membre honoraire de la Société Géologique de Belgique.

---

SOMMAIRE. — GLAUCONITES : *Glaucosite typique* ; *Glaucosite à ciment glauconieux*. — GRÈS A CIMENT GLAUCONIEUX. — BRÈCHES-POUDINGUES. — GAIZES. — CHERTS. — CALCAIRES : *Calcaires siliceux*. *Calcaires grossiers*. *Calcaire lumachelle*. CONCLUSIONS. — *Roches à ciment glauconieux*. *Fréquence du phénomène de substitution de la glauconie à la calcite*. *Multiplicité des générations de glauconie*. *Succession rapide des générations de glauconie*. *Altération originelle et rapide des grains de glauconie*. *Analogies entre l'histoire de la glauconie et celle des oolites ferrugineuses ; origine biochimique de la glauconie*.

---

Le fonçage du puits d'Harchies, aux environs de Mons, exécuté en 1900, a fourni, dans sa traversée de l'Albien et du Cénomanién, une remarquable série de roches glauconieuses qui feront l'objet de la présente note. Avec le concours de mon ami, M. J. Cornet, professeur à l'École des Mines et de Métallurgie de Mons, j'ai pu recueillir des dizaines d'échantillons dont plusieurs répondent à des entités pétrographiques nouvelles, la très grande majorité présentant pour l'histoire de la glauconie un intérêt de premier ordre. Tous rentrent dans l'un ou l'autre des groupes suivants : *glauconites*, *grès*, *brèches-poudingues*, *gaizes*, *cherts*, et *calcaires*.

Les couches qui ont fourni cette collection de roches se rapportent en presque totalité à la *Meule des mineurs* du Hainaut, formation mesurant 172 m. au puits d'Harchies, et comprenant la zone à *Hoplites interruptus* (couches inférieures d'Harchies), la zone à *Mortoniceras inflatum* (équivalent des couches moyennes d'Harchies et de la meule de Bracquegnies) et la zone à *Acanthoceras rhotomagense*, *Ac. Mantelli*, etc. (couches supérieures d'Harchies). Le tourtia de Mons, réduit à 2 m., est également représenté dans la série récoltée, et il l'est par des roches particulièrement glauconieuses <sup>(1)</sup>.

(1) J. CORNET. Sur l'Albien et le Cénomanién du Hainaut (*C. R. A. Sc.*, t. 131, 1900, p. 590-592) et *Géologie*, t. IV, 1923, p. 557, 564-565 et 566.

A. SCHOEP. Sur la nature et la composition chimique de la matière verte de quelques roches de la meule de Bracquegnies (*Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 36, 1908-1909, p. B. 98-104).

## GLAUCONITES.

Je désigne sous ce nom des roches vertes, pétries de glauconie, raison décisive pour faire de ce minéral la caractéristique du dépôt. Deux variétés bien distinctes ont été reconnues jusqu'à présent ; certaines de ces roches sont des glauconites par les minéraux et les autres par les minéraux et la gangue.

### Glaucosite typique.

La roche que j'appelle *glauconite typique* revêt la physionomie des calcaires grossiers du Lutétien tout à fait inférieur des environs de Paris, sauf à dire que la glauconie l'emporte de beaucoup sur la gangue calcaire, ce qui lui vaut une teinte vert foncé très accentuée.

Au microscope, la glauconie constitue des grains d'un beau vert franc, de forme générale arrondie, parfois subanguleuse, dont quelques-uns sont échancrés, plus rarement lobés, voire très irréguliers, et dans presque tous les cas, d'aspect homogène et non granuleux. Leurs dimensions sont comprises entre 0<sup>mm</sup>.75 et 0<sup>mm</sup>.08. D'une manière générale, rien ne permet de fixer le point de départ des éléments glauconieux en question, et ce n'est pas la présence, d'ailleurs exceptionnelle, d'inclusions organiques qui nous autorise à les faire dériver d'organismes.

Il n'en va pas de même pour quelques grains composés qui paraissent se rapporter à des débris organiques dont l'épigénie a débuté en une foule de points, sans que les granules glauconieux arrivent à se rejoindre partout, pour se fondre plus ou moins les uns dans les autres.

De très rares individus procèdent de gros spicules d'Éponges.

Entre les nicols croisés, tous les grains verts réalisent la structure d'agrégat bien connue, et bon nombre présentent un commencement de différenciation superficielle, caractérisée par une couronne très mince, généralement incomplète, teintée en vert jaune et douée d'une structure radiée se traduisant par de toutes petites amorces de croix noire. J'ai signalé pareille différenciation dans la glauconie de roches siliceuses du Nord de la France et de la Belgique <sup>(1)</sup>, et MM. Collet et Lee, l'ont retrouvée, particulièrement bien développée, dans la glauconie du Crétacé d'Antrim <sup>(2)</sup>.

Presque tous les grains sont d'une fraîcheur absolue. Les autres, soit quelques dizaines par préparation, se rencontrent à des états d'altération plus ou moins avancés. On y voit, par exemple, une zone superficielle brunie, morphologiquement bien définie, le reste du minéral gardant une teinte vert pur ; l'inverse est réalisé par des grains comprenant un noyau chargé d'un peu d'oxyde de fer et une couronne externe intacte. On voit encore des

<sup>(1)</sup> L. CAYEUX. Glauconie des roches siliceuses, in Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires (*Mém. Soc. Géol. Nord*, t. IV, 2. 1897, p. 164).

<sup>(2)</sup> L. W. COLLET. Les dépôts marins, 1908, p. 139, fig. 16.

éléments légèrement voilés de brun dans toute la masse, ou peu s'en faut. Enfin, dans quelques individus, la décomposition est profonde, du moins en apparence, et seules la forme et la taille autorisent à dire qu'ils procèdent de la glauconie. Observons, sans y insister pour l'instant, que des grains plus ou moins altérés, voire complètement brunis, peuvent se trouver isolés au sein de plages dont les autres éléments glauconieux sont exempts de produits d'altération. De sorte que tous les grains manifestent une indépendance absolue au point de vue des phénomènes de décomposition.

En fait d'autres minéraux, on peut citer quelques dizaines de quartz clastiques, de taille plus petite que les grains verts et un peu de phosphate de chaux. Suivant la règle, cette dernière substance fait cortège à la glauconie très abondante. Quelques grains exclusivement phosphatés, ou chargés d'inclusions glauconieuses et d'autres encore, existent dans chaque coupe mince. Aucun indice ne laisse soupçonner qu'ils dérivent d'organismes.

Tout au plus peut-on compter une demi douzaine de débris organiques par préparation. Fragments de test de Mollusques, de morceaux d'Echinodermes et spicules d'Eponges sont les seuls éléments figurant dans cette contribution.

Exclusivement calcaire, le ciment est presque toujours largement cristallisé. Quoique relégué au second plan bien après la glauconie, il est néanmoins assez développé pour conclure à l'existence d'une gangue primordiale calcaire.

La roche doit être classée comme *glauconite à ciment calcaire*. Qu'elle mérite de constituer un groupe à part, cela ne fait pas de doute, dès l'instant que la glauconie est non seulement l'élément le plus répandu de tous, mais qu'elle est plus développée à elle seule que les autres réunis, gangue comprise. Cette roche est, à mon sens, le type fondamental de la glauconite, du fait que la glauconie s'y trouve en éléments bien individualisés, d'origine clastique, jouant exactement le rôle des grains de quartz dans un grès.

### **Glauconite à ciment glauconieux.**

Cette seconde manière d'être de la glauconite relève également du tourtia de Mons, c'est-à-dire du Cénomaniens supérieur. Tout y est intéressant et la glauconie au premier chef.

A l'œil nu, la roche présente un fond vert clair, nuancé de bleu, presque uniforme, d'où se détachent des grains bruns, assez clairsemés par rapport à l'ensemble. Réduite en coupes minces, elle met en évidence des éléments glauconieux de plusieurs types.

*Glauconie en grains simples.* — A première vue, cette glauconie joue un rôle presque insignifiant, car on ne distingue que très peu d'éléments verts à lui rapporter. De ces éléments typiques, dont le diagnostic ne soulève aucune difficulté, les uns ne montrent aucune trace d'hématisation, les autres, soit la majorité, sont envahis par l'oxyde de fer, tout en restant essentiellement glauconieux.

Ces exceptions sont accompagnées de centaines de grains bruns, ayant même taille et même morphologie que les précédents, représentant des éléments glauconieux à des états

d'altération plus ou moins accusés. Il s'en trouve parmi eux qui renferment des taches vertes irrégulières, dans lesquelles il faut voir des témoins de glauconie échappés à l'hématisation. Au nombre de ceux qui n'ont gardé aucune inclusion susceptible d'en dévoiler l'origine, il y en a quelques-uns qui laissent transparaître un fond vert à la périphérie des éléments. Ceux-là relèvent à n'en pas douter de la glauconie. Reste la grande masse des grains uniformément bruns. Par continuité, peut-on dire, et surtout en raison de la similitude de forme et de taille avec les grains verts, on est conduit à les rapporter à la glauconie. D'ailleurs, toutes les fois que l'opacité des grains bruns n'est pas trop grande, on y retrouve la même structure que dans la glauconie restée intacte. Une précision de plus est-elle nécessaire, il suffit d'enlever le voile d'oxyde de fer qui obscurcit la matière verte en attaquant les grains isolés pendant quelques minutes par de l'acide chlorhydrique chaud pour restituer aux grains leur coloration première. Bref, ce sont des grains de glauconie beaucoup moins décomposés qu'il ne semble, et en tous points comparables aux grains de glauconie, plus ou moins hématisés, du minerai de fer en grains de l'Aptien de Grandpré <sup>(1)</sup>.

*Glauconie en grains pourvus d'une enveloppe corticale.* — Un second type de grains, celui-ci très intéressant et nouveau, correspond à des éléments bruns de la précédente variété, entourés d'une mince auréole, indifférenciée dans toute son épaisseur, ou finement feuilletée sans que les feuillets acquièrent jamais la régularité et l'individualité qu'ils montrent dans les oolithes. Ce sont, en réalité, des grains pourvus d'une sorte d'enveloppe corticale correspondant à un second temps de formation. Ou bien cette enveloppe est d'un brun moins foncé que le reste, ou bien elle présente un reflet verdâtre dans tout ou partie de la couronne, auquel cas elle peut être franchement verte par places. Eu égard à la différence constante du noyau et de l'enveloppe, le premier étant invariablement plus altéré que le second, il faut de toute nécessité admettre que le noyau était déjà hématisé avant son revêtement.

Le contraire se voit dans de très rares individus dont la couronne seule est décomposée alors que le noyau est intact.

Ces faits dénotent une analogie profonde entre les grains de glauconie en question et les oolithes chlorito-hématisées des minerais de fer oolithique de France. Rien ne s'oppose, d'ailleurs, à ce que lesdits grains soient considérés comme des *oolithes glauconiennes*, caractérisées par un très gros noyau et une enveloppe rudimentaire.

*Glauconie en cristaux.* — Un élément composé, de grande taille, unique pour le moment, et formé de carbonate de chaux, de granules de quartz, d'oxyde de fer, etc., renferme plus d'une vingtaine de petits rhomboédres complets ou non, libres de tous côtés ou coalescents, qui ont été glauconieux à une étape donnée de leur histoire. La plupart sont de teinte brun clair ou foncé ; quelques-uns sont visiblement glauconieux et plus

<sup>(1)</sup> L. CAYEUX. Genèse d'un minerai de fer par décomposition de la glauconie (*C. R. Ac. Sc.*, t. 142, 1905, pp. 895-897). Les minerais de fer oolithique de France. II. Minerais de fer secondaires (*Gîtes min. de la France*, 1922, p. 897-902).

ou moins voilés par un commencement d'hématisation. Ce sont tous d'anciens rhomboèdres glauconieux mesurant au plus 0<sup>mm</sup> 07. Cette forme rhomboédrique a-t-elle été réalisée directement par la glauconie, ou s'agit-il simplement d'une épigénie de rhomboèdres de calcite ? Il n'est pas possible de se prononcer en parfaite connaissance de cause. J'ajoute, sans que l'indication me paraisse décisive, que le type de rhomboèdre observé ne diffère pas de façon sensible du rhomboèdre banal de la calcite. Rappellerai-je que j'ai signalé dans la « Meule de Thivencelles » (Nord) <sup>(1)</sup> de la glauconie individualisée en rhomboèdres, dans de telles conditions que la forme rhomboédrique n'appartient certainement pas en propre à la glauconie. Le fait est à souligner, vu que l'aptitude de la glauconie à remplacer le carbonate de chaux a toujours paru des plus restreintes.

*Glauconie en rapport avec les organismes.* — La proportion de glauconie fixée dans les restes organiques est très minime. Le minéral s'est développé à l'intérieur d'un volumineux fragment de Brachiopode, sous forme de granules, de taches très irrégulières et de filets. Il figure dans plusieurs spicules d'Eponges, dont il remplit le canal élargi, à l'état pur ou en voie d'hématisation. Enfin, il s'est concentré dans les loges de quelques Foraminifères à différents états de conservation.

*Glauconie jouant le rôle de ciment.* — Fait absolument nouveau par sa généralité, les grains de glauconie et autres matériaux dont il va être question, sont plongés dans une gangue glauconieuse très développée. Celle-ci est vert bleu ou vert nuancé de jaune, et, dans tous les cas, de teinte différente de la glauconie en grains. A en juger par les nombreuses petites inclusions de calcite qu'on y peut observer un peu partout, cette gangue glauconieuse a pris la place d'un ciment calcaire. C'est-à-dire que la substitution de la glauconie au carbonate de chaux revêtirait ici une grande ampleur.

*Minéraux autres que la glauconie.* — Le quartz est fréquent en grains généralement anguleux, de grande taille (jusque 0<sup>mm</sup> 7), simples pour la plupart et dont quelques-uns se résolvent en agrégats. Puis vient, à titre d'élément rare, le phosphate de chaux en volumineux grains, jaunes, indifférenciés, avec ou sans inclusions de glauconie. Au premier rang de tous, de par son degré de fréquence, il faut mentionner la calcite. Elle forme des grains irréguliers, grands et petits, sans trace de structure organisée et paraissant appartenir en majeure partie au ciment proprement dit. En définitive, il y faudrait voir des témoins d'une gangue calcaire originelle. Quelques-uns, détritiques d'origine, et mieux individualisés que les autres, sont partiellement glauconisés.

*Organismes.* — Ce sont de rares débris de Bivalves (Mollusques et Brachiopodes), de très nombreux spicules de Spongiaires et quelques Foraminifères.

C'est par centaines que l'on peut compter les spicules dans chaque coupe. Tous paraissent se rapporter au groupe des *Rhizomorina*. Ce sont des spicules peu branchus,

<sup>(1)</sup> L. CAYEUX. Contribution etc., p. 181, Pl. VI, fig. 34.

de grande taille et particulièrement trapus. A peine peut-on observer de loin en loin un spicule à quatre rayons appartenant également aux mégascèles des *Megamorina*. Tous sont jaunâtres et fossilisés par de l'opale, différenciée en croissants et anneaux de dimensions inconnues jusqu'ici. Des Foraminifères, on retiendra qu'ils sont rares, d'assez grande taille et caractérisés par un test très épais resté calcaire.

*Conclusions.* — La roche analysée représente un type de glauconite plus achevé que le précédent, en ce sens qu'elle est glauconieuse, et par ses minéraux et par sa gangue. Dans l'état actuel de nos connaissances, elle est unique dans la série sédimentaire. Pourvue d'un ciment siliceux prédominant, la roche devrait être rangée parmi les gaizes.

En ce qui concerne les manières d'être de la glauconie, je ne saurais trop insister sur le fait que la glauconie du ciment ne montre aucun signe d'altération et que les grains plus ou moins décomposés se comportent comme des corps étrangers par rapport à la gangue. Il s'ensuit que les éléments hématisés, et l'on sait qu'ils ne manquent pas, ont été mis en place hématisés. Or, certains d'entre eux sont constitués de telle manière que leur formation implique deux temps distincts. Force est donc de conclure que le dépôt, envisagé dans son ensemble, a franchi trois phases favorables au développement de la glauconie et deux périodes au cours desquelles la glauconie des deux premiers temps a été hématisée.

A la lumière de ces données nouvelles, l'histoire du minéral nous apparaît singulièrement compliquée et pareille dans quelques-uns de ses traits essentiels à celle des minerais de fer oolithique secondaires. Je tiens comme rigoureusement démontré que *l'hématisation de la glauconie en grains est un phénomène ancien, antérieur à la genèse de la glauconie du ciment*. Elle n'est donc pas du tout la conséquence de l'activité des eaux météoriques, à laquelle le ciment n'aurait pas échappé. C'est pour tout dire un épisode se rattachant à l'époque même de la formation du minéral. On retrouve là une des caractéristiques fondamentales de l'histoire des oolithes ferrugineuses.

Que si l'on voulait tirer d'autres enseignements de la considération des grains de glauconie en question, il faudrait analyser avec toutes les nuances requises les gros noyaux de glauconie pure, entourés d'une enveloppe de glauconie hématisée, les deux parties se comportant comme si elles étaient tout à fait étrangères l'une à l'autre. Ces noyaux une fois formés, ont été en quelque sorte frappés d'arrêt de développement dans leur évolution possible, alors que l'enveloppe de formation postérieure a franchi successivement les stades glauconieux et hématisés et cela en présence de la glauconie du noyau, restée absolument intacte. Je reviendrai sur cette particularité.

#### GRÈS A CIMENT GLAUCONIEUX (1).

Le niveau de la meule m'a fourni deux grès réalisant un type très spécial, et nouveau de par la nature de leur ciment.

(1) La série comprend également des grès à ciment non glauconieux.



1. L'une des deux roches est un grès à grains moyens (les plus répandus mesurent 0 mm 3 et 0 mm 4) dont tous les éléments de quartz se touchent en laissant entre eux des espaces libres relativement importants, réservés aux matériaux détritiques et organiques, et principalement au ciment.

En compagnie du quartz, on trouve des fragments de roches métamorphiques, composées de granules de quartz et de fines paillettes micacées, quelques dizaines de grains de glauconie arrondis, intacts ou en voie d'altération, plusieurs débris de phosphate de chaux et des restes organiques au nombre d'une centaine par coupe mince. Ce sont principalement des spicules d'Eponges, morcelés au point d'engendrer des grains de taille et de forme comparables à celles des grains de quartz, et, en très faible proportion, des restes de Mollusques, Brachiopodes, Echinodermes et Foraminifères.

Tous ces matériaux sont plongés dans un ciment glauconieux teinté en vert pale, nuance vert d'eau. D'une biréfringence spécialement faible, cette glauconie se différencie au pourtour des éléments qu'elle englobe, en une sorte de pellicule plus biréfringente, ressortant avec une grande netteté et donnant aux coupes une physionomie très particulière entre les nicols croisés. Rien ne prouve que ledit ciment ait pris la place de quelque chose, attendu que l'intervention d'un ciment primordial n'est pas nécessaire dans l'espèce, et qu'il n'existe aucune inclusion faisant supposer que la glauconie soit un produit de substitution.

En tout cas, il y a en présence de la glauconie engendrée en deux temps distincts, celle des grains, non développée en place, et celle du ciment dont on ne peut dire si elle est ou non contemporaine de la sédimentation. Les deux générations sont de caractères nettement dissemblables.

2. Le second type est un grès grossier essentiellement composé d'éléments de quartz de taille très variable, et de grains de glauconie hématisés pour la plupart, dont tous les matériaux sont également agglutinés par de la glauconie. Aucun débris organique n'a été observé. Comme dans la première variété, les deux glauconies diffèrent entre elles. En particulier, celle des grains est oxydée, alors que la glauconie de la gangue est invariablement pure. Nul doute qu'elles ne correspondent à deux phases distinctes de l'histoire du dépôt.

La matière qui constitue la gangue verte de ces grès est probablement celle qui a été analysée par M. A. Shoep dans des échantillons prélevés par M. J. Cornet. Du point de vue chimique, elle diffère sensiblement de la glauconie typique <sup>(1)</sup>. En particulier, M. A. Shoep n'y a trouvé que 10,92 % d'oxyde ferrique, proportion inférieure à celle de la presque totalité des glauconies — les plus pauvres n'ont fourni que 8,17 et 7,20 % — ; il a constaté, de plus, une résistance à l'action de l'acide chlorhydrique très supérieure à celle de la glauconie ordinaire. Quant aux propriétés optiques, elles sont également aberrantes. Une étude approfondie de la substance verte en question, au double point de vue chimique et optique, est nécessaire pour en vérifier l'identité. Quel qu'en soit le résultat,

(<sup>1</sup>) A. SHOEP, *op. cit.*, p. B 102.

mes conclusions générales resteront debout, car elles peuvent être formulées, abstraction faite de cette substance.

### BRÉCHES-POUDINGUES.

La meule cénomaniennne comprend notamment des roches grossières, à faciès mixte, dont les affinités sont tantôt pour les brèches, tantôt pour les poudingues, et cela dans l'espace restreint d'une coupe mince.

A l'œil nu, ces roches paraissent vertes dans toutes leurs parties, exception faite pour de nombreux débris remaniés de teinte presque toujours brune, et parfois noire, de forme générale anguleuse ou arrondie, de taille fort variable d'un point à l'autre, et mesurant au plus un centimètre dans mes échantillons. Parmi les matériaux d'origine détritique qui impriment au dépôt sa physionomie caractéristique, on peut citer les éléments suivants, sans en épuiser la série :

*Quartz* en grains arrondis ou anguleux, le plus souvent simples, mesurant jusqu'à 6 mm.

*Glauconie*, en très gros éléments, homogènes ou non, intacts et à tous les degrés d'hématite. Quelques individus renferment plusieurs grains de quartz de forte taille.

*Grès à ciment calcaire*, ferrugineux ou glauconieux, la glauconie étant toujours en altération.

*Quartzite* un peu ferrugineux ;

*Calcaire* grenu, plus ou moins ferrugineux et calcaire très finement cristallisé, l'un et l'autre sans trace d'organismes.

Très beau *calcaire* ferrugineux, en majeure partie silicifié, pétri de restes organiques, tels que fragments de Crinoïdes de plusieurs types au réseau hématite et gros Foraminifères dont les loges sont remplies d'oxyde de fer. Il est probable que toute l'hématite procède de la glauconie.

Roches siliceuses d'origine organique, toutes souillées par de l'oxyde de fer, réalisant nettement le type *chert*, et particulièrement intéressantes en ce qui concerne la glauconie. On trouve, par exemple, dans un même individu, des *rhomboèdres de glauconie*, très frais et surtout des rhomboèdres hématite. Un élément donné en peut contenir des dizaines. Il en est qui renferment, en outre, de la glauconie en grains ordinaires et en traînées. D'autres sont caractérisés par une association de calcédoine et de silice globulaire teintée par de l'oxyde de fer.

Roches siliceuses cryptocristallines, de couleur paille ou grise, renfermant également de la glauconie en rhomboèdres, intacts ou hématite. Leur structure est celle de phtanites (Haüy) à grain très fin.

Volumineux grains de phosphate de chaux, comprenant un ciment jaune paille très pur et de nombreux fragments de gros spicules d'Eponges, convertis en glauconie, hématite et calcite, ces trois substances étant susceptibles de s'associer dans un même individu.

Etc., etc.

*Organismes.* — Ils comprennent quelques débris d'ossements dont l'un est très perforé, des fragments de test de Mollusques, des restes d'Echinodermes au réseau glauconieux ou hématisé, de rares spicules d'Eponges, quelques Foraminifères et de très rares représentants de Mélobésies.

*Ciment.* — Il est formé de calcite largement cristalline, glauconisée par places.

*Manières d'être de la glauconie.* — Grâce à l'intervention d'éléments remaniés, il est difficile d'imaginer une plus grande variété de manières d'être réunies dans une seule coupe mince. On trouve en présence de la glauconie détritique et de la glauconie secondaire, de la glauconie épigénique (Mollusques, Echinodermes, calcite), de la glauconie de remplissage (Foraminifères), sans parler de la glauconie rhomboédrique. Il existe principalement des grains homogènes formant un tout bien individualisé, mais il se trouve également quelques complexes de granules, plus ou moins reliés entre eux.

Dans la collection des matériaux remaniés, j'ai rencontré un type d'éléments, non mentionnés plus haut, se décomposant en grains de glauconie intacts, plongés dans un ciment glauconieux en voie d'hématisation. Les fragments bâtis sur ce modèle dérivent d'une roche exclusivement formée de glauconie clastique, cimentée par de la glauconie secondaire. Au point de vue des phénomènes d'altération, on ne manquera pas d'observer que la glauconie de seconde formation est seule altérée.

*Observations sur les matériaux remis en mouvement.* — 1. Différentes roches, au gisement encore inconnu, ont été mises à contribution.

2. Nombre de ces matériaux sont empruntés au Crétacé même.

3. La présence de ceux que j'ai rapportés à des cherts est à souligner tout spécialement. Elle prouve que la transformation des roches à spicules en cherts est un phénomène très rapide.

4. Dans le même ordre d'idées, l'intervention de roches à ciment glauconieux (grès et glauconite) prouve que la genèse de la gangue glauconieuse n'est pas non plus un phénomène très tardif par rapport à la sédimentation, mais que la seconde génération de glauconie, correspondant au ciment, est antérieure au remaniement des fragments de meule réincorporés à la meule même.

Tous les échantillons analysés se rapportent à des brèches-poudingues très polygéniques, glauconieux, ferrugineux à ciment calcaire. Selon toutes probabilités, la totalité du fer libre dérive de la glauconie.

#### GAIZES.

Les nombreux échantillons qui relèvent du groupe des gaizes ont une physionomie quelque peu différente de la gaize typique du Bassin de Paris. Ils se présentent sous la forme de roches grises et plus ou moins verdâtres, beaucoup plus cohérentes que la gaize de l'Argonne, à cassure large, relativement unie, tranchante, et dont les morceaux

sont caractérisés par des angles vifs. Quelques fragments de roches brunes remaniées s'y rencontrent parfois, toujours sectionnées par les plans de cassure. Des noyaux chertueux faisant corps avec la gaize s'y peuvent développer en grand nombre.

*Minéraux.* — Les grains de quartz clastiques sont très fréquents ou clairsemés et de taille variable dans un champ donné (par exemple 0 mm 07 à 0 mm 6).

La glauconie en grains, sujette à de grandes variations de fréquence, réalise le type d'éléments à contours franchement arrêtés, dont on ne peut déterminer l'origine avec certitude. Ce sont des grains remis en mouvement et amenés dans le dépôt en même temps que le quartz. Leur structure est finement grenue. On les trouve côte à côte à tous les états de conservation.

Avec eux on observe de la glauconie en granules plus ou moins coalescents, voire indépendants, développés sur place et des sortes de nuages glauconieux inséparables de la gangue à laquelle ils passent de façon très insensible.

La glauconie épigénise à petite échelle les tests de Mollusques et de Brachiopodes, où elle affecte de préférence le type globulaire; elle se fixe non moins souvent dans les restes d'Echinodermes, soit pour constituer tout ou partie du squelette, soit pour en remplir les vides. La glauconie est associée à de nombreux spicules et se retrouve à l'intérieur de quelques Foraminifères.

Quelques débris de grande taille, pareils à ceux des brèches-poudingues analysés plus haut, interviennent accidentellement. J'y ai retrouvé, notamment, des morceaux de grès à ciment de glauconie en voie d'hématisation, des complexes avec rhomboèdres glauconieux convertis en hématite, etc.

*Organismes.* — Dans tous les échantillons analysés, ils jouent un rôle de premier plan en l'emportant de beaucoup sur l'ensemble des minéraux en présence. Ce sont de rares fragments de tissu osseux, des restes de Mollusques et de Brachiopodes très fréquents, ceux-ci reconnaissables même lorsque les canaux sont invisibles, de rares fragments de colonies de Bryozoaires, des débris d'Echinodermes en très grand nombre et, en particulier, de très belles sections d'Echinides, une foule de spicules très morcelés appartenant pour la plupart aux *Lithistidae* et aux *Hexactinellidae*, et des Foraminifères à gros test, représentés par des dizaines d'individus dans chaque coupe. Des organismes calcaires, en proportion très élevée, ont été rongés *in situ*.

Le plus souvent, les spicules sont en opale, différenciée en couronnes et croissants avec des canaux de toutes dimensions fréquemment envahis par la glauconie. De loin en loin, on rencontre des fragments de réseaux d'*Hexactinellidae*, caractérisés par des spicules soudés. Le hasard fournit d'ailleurs des préparations n'intéressant que des Eponges et tout entières formées de réseaux du type précédent. Nombre d'individus essentiellement formés de calcédoine ont conservé un canal rempli d'opale, de glauconie ou des deux à la fois. D'autres, formés par de la calcédoine seule, n'ont plus des spicules que le dessin général. Au sein de pages franchement *cherteuses*, où la transformation du milieu est

poussée plus loin, les spicules perdent leur individualité et se fondent dans une masse commune, où l'on retrouve tout au plus des vestiges de canal, isolés dans de la calcédoine.

*Ciment.* — Très calcarifère de par ses organismes, la roche l'est également par sa gangue. En lumière blanche, celle-ci se teinte en gris terne, sans qu'on puisse faire la part des éléments constituants. Toutefois, avec le condenseur fortement baissé, on arrive à identifier l'opale. Au total, on reconnaît, en lumière polarisée, de menus débris d'organismes calcaires rongés, des particules plus petites, sans doute de même origine, et un fond qui agit ou non sur la lumière polarisée. Celui-ci se résout, tantôt en opale, tantôt en calcédoine et souvent en une association intime des deux éléments. L'opale est indifférenciée ou un peu mamelonnée et rarement convertie en globules libres en bordure des plages calcédonieuses, représentant de tout petits noyaux cherteux. On sait déjà que la glauconie peut jouer en quelque sorte le rôle de pigment par rapport à la gangue, mais seulement dans les parties où celle-ci est à base de silice monoréfringente. Dans une seule de mes préparations, le phénomène n'est rien moins que généralisé, c'est-à-dire que la gangue est verdie sur de grands espaces.

Tout porte à croire que la silice du ciment est un produit de substitution au carbonate de chaux.

Quoi qu'il en soit, la roche doit être classée comme gaize, typique à certains points de vue, mais un peu aberrante de par sa forte teneur en carbonate de chaux, ainsi que par le nombre et la variété de ses organismes calcaires.

*Gaize très glauconieuse passant à la glauconite.* — Je signale, à part, une variété de gaize, déterminée tourtia, tellement glauconieuse en de certaines plages, qu'elle réalise alors le type de glauconite.

La glauconie s'y présente en volumineux grains arrondis, échancrés, lobés, rappelant beaucoup la glauconie du tuffeau d'Angré, mais généralement sans trace de différenciation superficielle. Son développement s'est fait aux dépens de tous les organismes, Spongiaires compris, mais surtout des organismes calcaires.

#### CHERTS.

En liaison intime avec les gaizes, on trouve le produit de leur transformation sous la forme de cherts. Ce sont des concentrations siliceuses qui jouent par rapport aux gaizes un rôle comparable à celui des silex dans la craie. Qu'on se représente un grand nombre de spicules des précédentes roches transformés en calcédoine, avec disparition ou non du canal, dont la place reste souvent marquée par de l'opale, de la glauconie ou une combinaison des deux, et sur les bords des plages calcédonieuses le ciment plus siliceux découpé en globules libres plus ou moins coalescents, ou formant des amas framboisés, et l'on aura l'un des aspects des cherts en question. La transformation est-elle moins localisée, et en même temps plus complète, la roche est convertie en un fond de calcédoine

où l'on voit isolés quelques spicules en opale, quantité de spicules calcédonieux au canal conservé et élargi, ou sans canal, de la silice en menus globules dont un grand nombre sont libres, de tous petits amas mamelonnés et les représentants des organismes calcaires plus ou moins corrodés. A l'extrême limite le dessin des spicules s'efface complètement.

Pour le reste, rien n'est changé, hormis le degré de fréquence du quartz, de la glauconie et des organismes calcaires, lesquels sont en moyenne moins nombreux.

Toutes les fois que la silice cristallise dans ces roches, elle engendre de la calcédoine en assez grandes fibres, et jamais le type cryptocristallin si caractéristique des silex de la craie blanche.

Par toutes leurs transitions, les roches qui viennent d'être décrites brièvement passent aux gaizes très calcédonieuses, et il est des termes dont on ne sait s'il faut en faire des gaizes cherteuses ou des cherts proprement dits. La vérité est que ces produits de différenciation maxima des gaizes ne sont dans l'ensemble que des accidents correspondants à des sortes de nœuds dans la gaize, et jamais à des lits définis.

Bref, les cherts en question représentent en quelque sorte le terme extrême de la série des gaizes, terme plus siliceux à l'origine et plus modifié avec le temps, la transformation dont ils sont le produit impliquant un changement d'état de la silice ainsi qu'un enrichissement du dépôt en cette matière.

Ces cherts s'écartent de leur prototype, en ce sens qu'ils sont très calcarifères; mais pas plus qu'on ne rejette du groupe des silex les variétés riches en témoins de craie, il ne faut exclure des cherts celles de leurs manières d'être très calcarifères.

## CALCAIRES.

Au nombre des échantillons récoltés se trouvent notamment des *calcaires siliceux*, des *calcaires grossiers* et des *calcaires lumachelles*.

### Calcaires siliceux.

Ces roches font partie du même ensemble que les gaizes et cherts et ne diffèrent des premières que par la multiplication des matériaux calcaires, en nombre tel qu'il ne peut être question de les rattacher aux gaizes.

Le groupe des organismes est abondamment représenté par des restes de Mollusques, de Brachiopodes très nombreux, d'Echinodermes rares et surtout de Foraminifères. Je souligne spécialement la présence de plusieurs débris de *Mélobésies*.

Le ciment est celui des gaizes, précédemment analysées, mais beaucoup moins calcarifère.

Tout en représentant un très faible pourcentage, la pyrite se rencontre partout, aussi bien dans les organismes que dans la gangue.

### Calcaires grossiers.

Des échantillons rapportés au Cénomaniens sous le nom de craies sont en réalité des calcaires grossiers, plus cohérents que la craie, de nuance grise quand la glauconie est clairsemée, et plus ou moins verdâtre lorsque ce minéral est très répandu.

*Minéraux.* — Quelques dizaines de grains par sections représentent le maximum de fréquence du quartz. Les plus gros atteignent un demi-millimètre de diamètre.

La glauconie est rare dans les échantillons pauvres en quartz, et d'autant plus fréquente que ce minéral est lui-même plus répandu et représenté par des éléments plus gros. En ce cas, elle comprend surtout des grains de forme arrondie, échancrés ou non, homogènes, à contours certainement fixés avant la mise en place des éléments. Des individus se résolvent en un complexe de granules, plus ou moins coalescents, résultant d'une épigénie imparfaite de débris organiques. Parmi ceux-ci, il en est qui sont en majeure partie glauconieux et d'autres essentiellement calcaires. La substitution se fait par une série de granules, de traînées, de filets reliés entre eux quand elle est avancée ; par exception, elle débute par un cadre bien défini, stade qui peut n'être pas dépassé. La pyrite figure dans la plupart des éléments sous la forme de minuscules granules, et elle se retrouve dans toutes les catégories d'organismes observés.

Suivant les échantillons, la glauconie est intacte ou en voie d'oxydation.

Le phosphate de chaux intervient à l'état de rarissimes grains amorphes, recouverts d'une mince enveloppe à structure concentrique réagissant sur la lumière polarisée.

*Organismes.* — En moyenne, ces calcaires grossiers sont très riches en débris organiques et encore leur nombre a-t-il certainement diminué par cristallisation de beaucoup d'éléments qui ont perdu toute trace de structure organisée.

Ce sont toujours les mêmes groupes qu'on observe, mais avec un degré de fréquence sujet à grandes variations. Aux Vertébrés, on peut rapporter quelques fragments de tissu osseux généralement criblés de perforations. Les Mollusques sont représentés, notamment, par des prismes d'Inocérames, parfois très nombreux. Les Brachiopodes comportent des individus d'une bien moindre diffusion, reconnaissables à leurs canaux et prismes très déliés. Viennent ensuite de rares débris d'Echinodermes, des spicules d'Eponges, en très faible proportion, des Foraminifères susceptibles d'abonder et quelques débris de Mélobésies. Un nouveau groupe entre en scène, représenté par des perforations d'Algues visibles dans maints tests de Mollusques.

*Ciment.* — Ce qui reste du ciment primitif correspond à de petites plages de calcaire très fin, d'aspect dépoli et gris. En général, la gangue primitive a disparu par cristallisation, soit sous l'influence d'organismes calcaires, soit en toute indépendance. Dans le premier cas, la calcite s'est orientée autour de débris organiques, tels que restes de Mollusques ; dans le second, elle a engendré en grand nombre des grains plus ou moins purs, nullement influencés par les organismes voisins dans leur état cristallin et l'orientation de la calcite.

Dans l'espèce, il se peut qu'une foule de petits témoins du ciment primitif acquièrent une parfaite individualité, entourés qu'ils sont par de la calcite secondaire. Il y a là un élément de variation capable de changer beaucoup la physionomie des roches au microscope.

Cette cristallisation du carbonate de chaux, faisant plus ou moins disparaître la gangue première, contribue beaucoup à transformer les craies en calcaires grossiers.

Suivant les cas, les roches en question doivent être classées comme *calcaires glauconieux*, *calcaires à prismes d'Inocérames*, *calcaires à Foraminifères* et à *Mélobésies*.

### Calcaire lumachelle.

Rapportée avec doute au Sarrazin, cette roche mériterait d'être soumise à une analyse très approfondie, tant elle est intéressante.

A l'œil nu, c'est un calcaire gris, du moins en apparence, très grossier, pétri de restes de coquilles gisant en tous sens, et faiblement glauconieux.

*Minéraux.* — Le quartz est à peine représenté dans chaque section mince par des grains simples ou composés.

En revanche, la glauconie est relativement fréquente en grains de forme générale arrondie, observés à tous les états d'altération, le plus gros mesurant presque 1 mm de diamètre. Plusieurs d'entre eux sont très curieux de par leurs inclusions organiques. On y peut voir tout un réseau d'Echinodermes, hématisé en entier, inclus dans un élément arrondi de belle glauconie franchement verte. Le réseau est intact, ou entamé par un commencement de corrosion certainement produit *in situ*. Les témoins jouent, dans tous les cas, le rôle de corps étrangers par rapport à la glauconie, sans le moindre passage entre l'hématite et la substance verte. L'histoire de pareils grains reste mystérieuse. Celle d'un autre élément, dont le réseau est calcaire ou ferrugineux suivant les points, ne l'est pas moins, mais je tiens pour presque certain que l'hématite a pris la place de la calcite du réseau, sans passer par l'intermédiaire de la glauconie. Dans la même catégorie de grains, il existe un individu renfermant un débris d'Echinoderme resté entièrement calcaire. En l'état de nos connaissances les grains de glauconie englobant des restes d'Echinodermes sont des raretés.

Des grains bruns très opaques se rattachent aux grains verts, exempts de décomposition, par trop d'intermédiaires pour qu'ils ne soient point d'origine glauconieuse. Il en est d'exceptionnels, parmi eux, comportant une très mince couronne de glauconie pure autour d'un noyau brun, résultant à coup sûr d'une formation en deux temps. L'indépendance des deux parties est telle que l'hématisation du grain-noyau est certainement antérieure à la genèse de la couronne verte. C'est une preuve de plus que l'altération de la glauconie dans les roches passées en revue est un phénomène très ancien, remontant à l'origine même du minéral.



La glauconie figure également dans la constitution actuelle de plusieurs restes de Mollusques qu'il épigénise en partie seulement. On la connaît encore à l'intérieur des loges de Bryozoaires, et, au surplus, elle réalise une manière d'être nouvelle en remplissant de nombreuses perforations, tubuleuses ou presque filiformes, dans toute une série de débris de Mollusques. A cet état, le minéral est pur ou en voie d'hématisation. Peut-être faut-il admettre l'existence d'un stade glauconieux, pour des perforations de même type, mais incomparablement plus fréquentes et entièrement hématisées, rencontrées dans une foule de restes de Mollusques.

Par exception, la glauconie prend part à la constitution du ciment.

Au groupe des matériaux tant clastiques que secondaires, je rattache quelques fragments de roches arrondis, d'origine détritique, provenant tous de calcaires, aujourd'hui en grande partie hématisés. On peut se demander, mais sans pouvoir répondre à la question, si l'oxyde de fer qui les minéralise procède de la glauconie, comme c'est le cas pour toute l'hématite des grains de glauconie et des organismes.

*Organismes.* — La roche en est pétrie. J'ai reconnu de très nombreux restes de Mollusques, de gros débris de Brachiopodes, aux canaux oblitérés par de l'hématite, plusieurs fragments de Bryozoaires arrondis, des morceaux de test d'Echinodermes, la plupart inclus dans la glauconie, quelques éléments appartenant probablement aux Stromatopores et de très nombreuses traces d'Algues perforantes. Presque tous les représentants de Mollusques sont criblés de perforations filiformes ou tubulaires, remplies de glauconie et surtout d'hématite, appartenant au même groupe que les perforations signalées en grand nombre dans les minerais de fer oolithique secondaires. Leur conservation par de la glauconie est un fait nouveau.

*Ciment.* — La calcite agglutine presque d'elle seule minéraux et organismes. De rares petites plages sont silicifiées.

Très intéressante par ses matériaux glauconieux, la roche est à base de restes de Mollusques et constitue un bon type de *lumachelle*.

## CONCLUSIONS.

Mon intention n'est pas de prendre texte de mes observations pour exposer une fois de plus l'histoire de la glauconie, mais de m'en tenir strictement aux enseignements qui découlent des faits consignés dans les pages précédentes.

*Roches à ciment glauconieux.* — Un des faits qui frappent le plus par sa nouveauté non moins que par sa fréquence, est l'existence de roches à gangue glauconieuse. Dans ces roches, la glauconie joue le même rôle, toutes proportions gardées, que les chlorites des minerais de fer oolithique.

On ne perda pas de vue que tous les ciments verts observés ne sont pas constitués

par de la glauconie typique, et qu'une autre substance verte, variété ou non de glauconie, joue également le rôle de ciment (p. 75).

*Fréquence du phénomène de substitution de la glauconie à la calcite.* — La substitution de la glauconie au carbonate de chaux, que j'avais considérée autrefois comme un phénomène sans importance et plutôt exceptionnel, revêt une grande fréquence dans la formation glauconieuse d'Harchies. Il est démontré que le minéral a pris la place, et à grande échelle, de la calcite du ciment dans de multiples roches et qu'il épigénise le test de nombreux organismes calcaires, y compris les Echinodermes.

A la lumière de ce que j'ai observé naguère dans la meule de Thivencelles (Nord), il est légitime de supposer que les rhomboédres glauconieux inclus en grand nombre dans les matériaux remaniés sont d'anciens rhomboédres calcaires pseudomorphosés par la glauconie. Faute de preuves dans le domaine exploré, la prudence m'oblige à présenter le phénomène comme probable et non certain.

Aux nombreux exemples d'épigénie de la calcite par la glauconie, fournis par les roches d'Harchies, je puis en ajouter un emprunté au minerai feuilleté de Privas (Ardèche), lequel est riche en glauconie renfermant des inclusions calcaires parfois en abondance (1).

La glauconie étant une chlorite, la fréquence de la substitution des chlorites des minerais de fer au carbonate de chaux est à rappeler à cette place.

*Multiplicité des générations de glauconie.* — La multiplicité des temps de formation de la glauconie dans un même dépôt ressort avec évidence de ce que l'on peut voir dans les roches d'Harchies. Suivant le cas, on peut compter deux et trois générations de glauconie, la genèse du ciment correspondant à la dernière. A ce sujet, je crois devoir rappeler que l'étude des roches siliceuses du Nord de la France et de la Belgique m'avait permis de conclure à la récurrence de phénomènes qui engendrent la glauconie en milieu marin, sans d'ailleurs pouvoir faire état de données aussi décisives que dans l'espèce, et le nombre de générations ne paraissant pas supérieur à deux (2).

Tout porte à croire que pour les grains de glauconie des roches vertes d'Harchies, comme pour les oolithes ferrugineuses, il y a lieu de distinguer deux milieux, l'un où les éléments prennent naissance et l'autre où ils se rassemblent. Règle générale, le dernier temps correspond à la glauconie développée *in situ* — celle du ciment par exemple —, le premier et le deuxième, lorsqu'il en existe trois, se rapportant aux grains arrivés tout formés aux points où les matériaux du futur dépôt s'accumulent.

*Succession rapide des générations de glauconie.* — C'est un fait certain que les deux premières, tout au moins, se suivent de très près. J'en donnerai pour preuve l'existence des

(1) L. CAYEUX. Les minerais de fer oolithique de France. II. Minerais de fer secondaires. (*Gîtes minéraux de la France*, 1922, pp. 714-715).

(2) L. CAYEUX. Contribution, etc., pp. 179-181.

grains de glauconie altérés correspondant à un premier temps de formation, entourés d'une enveloppe de glauconie intacte représentant un second temps, les grains composés ayant franchi les deux étapes, *avant leur mise en place* dans le dépôt dont ils font partie intégrante. Au surplus, il est tout naturel de penser que le troisième temps, celui qui est caractérisé par la genèse des ciments glauconieux, se réclame de la même rapidité, dès l'instant que des morceaux de meule à ciment glauconieux sont remaniés dans la meule même.

*Altération originelle et rapide des grains de glauconie.* — L'altération des grains de glauconie de la meule d'Harchies se manifeste dans de telles conditions qu'elle ne peut être qu'un phénomène originel et rapide. Les états de conservation des grains gisant côte à côte, et surtout la décomposition très avancée d'éléments inclus dans un ciment glauconieux exempt de toute trace d'altération, ne peuvent s'expliquer autrement. La vérité est que *les grains de glauconie que nous voyons altérés dans les roches d'Harchies sont arrivés en place tels qu'ils sont.*

Et de même qu'il y a plusieurs générations de glauconie, il existe plusieurs temps dans la décomposition des éléments ferrugineux en présence. Tous les faits observés tendent à prouver que la décomposition de la glauconie est une phase normale de son histoire, susceptible de se produire à son origine même et de se répéter, au même titre que l'hématisation de la chlorite des oolithes, sauf à dire que le phénomène d'altération est fort loin de revêtir une égale fréquence pour les deux chlorites. Dès lors, *la glauconie d'une génération ne s'altère pas avec la glauconie d'une autre génération, même si les deux glauconies sont en présence.* C'est pourquoi un grain de glauconie reste intact dans une gangue glauconieuse altérée, bien que le grain soit plus ancien que le gangue.

*Analogies entre l'histoire de la glauconie et celle des oolithes ferrugineuses. Origine biochimique de la glauconie.* — Ces données et d'autres établissent une évidente parenté entre les grains de glauconie et les oolithes ferrugineuses des temps secondaires. Multiples générations de chlorite, altération indépendante des produits chloriteux, voilà ce qu'on observe de part et d'autre. Poussée à fond, la comparaison fait ressortir d'autres analogies. Que signifie, par exemple, cette singularité qu'un grain de glauconie, placé dans un milieu où se forme de la glauconie, est inapte à se décomposer, alors que la glauconie de seconde génération s'hématise en sa présence ?

C'est un fait banal dans l'histoire des oolithes ferrugineuses que le nucleus chloriteux d'une oolithe donnée peut rester chloriteux, alors que l'enveloppe corticale qui lui est postérieure franchit en sa présence les stades chloriteux et hématisé. Cette particularité et d'autres m'ont amené à conclure <sup>(1)</sup> sans réserve que les transformations successives des oolithes ferrugineuses sont l'œuvre de phénomènes biochimiques <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> L. CAYEUX. Les minerais de fer oolithique de France II. Minerais de fer secondaires. (*Gîtes min. de la France*, 1922, p. 929.)

<sup>(2)</sup> Telle est la raison qui me fait employer depuis longtemps la rubrique *évolution minéralogique* en parlant des changements de composition des oolithes ferrugineuses.

En attendant que je reprenne la question dans toute son ampleur, je conclus et pour des raisons analogues, que *sans être calquée sur celle des oolithes ferrugineuses, l'histoire de la glauconie fait également une place aux agents biochimiques*. De preuves directes que la genèse de la glauconie est à mettre au compte de l'activité bactérienne, il n'y en a pas pour le moment. Mais tant de faits restent mystérieux, si on les veut expliquer par la chimie minérale, et qui deviennent très clairs dans l'hypothèse d'une action bactérienne, que je n'hésite pas à la faire intervenir. Bref, ma conclusion est que *la glauconie est d'origine bactérienne, parce que toute autre origine est inconcevable, dès qu'on entre dans le détail des transformations subies par le minéral dans un milieu tel que la formation glauconieuse d'Harchies*.

Laboratoire de Géologie du Collège de France,  
25 novembre 1923.