

SÉANCE MENSUELLE DU 10 FÉVRIER 1903.

Présidence de M. A. Rutot, Président.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le Bureau le fascicule IV du tome XVI du *Bulletin*, lequel contient les procès-verbaux des séances des mois de juin, juillet et octobre écoulés. — Adopté.

Correspondance :

M. *Mourlon*, qui fait excuser son absence, remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en le désignant pour la représenter officiellement au Congrès géologique international de Vienne en 1903.

La *Société géologique du Luxembourg* a fait parvenir le tableau de ses conférences de janvier et de février.

M. le *Secrétaire général* éprouve la satisfaction de faire connaître que l'important prix quinquennal Guimard, créé en faveur des œuvres de mutualité (sociétés de secours mutuels et de retraite), a été remporté par M. *Ed. de Pierpont*, membre effectif de la Société. — Félicitations.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

- 3977. Félix, Jules (Docteur). *Un Ministère du Travail, de l'Hygiène et de l'Assistance publique*. Bruxelles, 1902. Brochure in-8° de 6 pages.
- 3978. Félix, Jules (Docteur). *A propos de la stérilisation des eaux minérales naturelles*. Paris, 1899. Extrait in-8° de 8 pages.
- 3979. Félix, Jules (Docteur). *La lutte contre la tuberculose et les stations balnéaires de la Belgique*. Paris, 1902. Extrait in-8° de 18 pages.

3980. Harmer, F. W. *A Sketch of the Later Tertiary History of East Anglia*. Londres, 1902. Extrait in-8° de 64 pages et 17 figures.
3981. Leriche, Maurice. *Les poissons du Paléocène belge*. Paris, 1903. Extrait in-4° de 3 pages.
3982. Mazelle, Ed. *Mittheilungen der Erdbeben-Commission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge. N° XI : Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlerl'schen Horizontalpendel im Jahre 1901, nebst einem Anhang über die Aufstellung des Vicentini'schen Mikroseismographen*. Vienne, 1902. Extrait in-8° de 66 pages.
3983. Renevier, E. *L'axe anticlinal de la Mollasse aux environs de Lausanne*. Lausanne, 1899. Extrait in-8° de 13 pages et 3 planches.
3984. von Richthofen, Ferdinand. *Geomorphologische Studien aus Ostasien : III. Die morphologische Stellung von Formosa und den Riukiu-Inseln*. Berlin, 1902. Extrait in-4° de 32 pages et 1 carte.
3985. Schwab, P.-Franz. *Mittheilungen der Erdbeben-Commission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Folge. N° XII : Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1901*. Vienne, 1902. Extrait in-8° de 21 pages.
3986. De Wildeman, E. « *Plantae Laurentianae* » ou énumération des plantes récoltées au Congo, en 1895 et 1895-1896, par Émile Laurent. Bruxelles, 1903. Extrait in-8° de 57 pages.
3987. Leriche, Maurice. *Sur l'existence d'une communication directe entre les Bassins parisiens et belge à l'époque ypresienne*. Paris, 1903. Extrait in-4° de 3 pages.
3988. d'Andrimont, René. *Notes sur l'hydrologie du littoral belge*. Liège, 1903. Extrait in-8° de 18 pages et 9 figures.
3989. d'Andrimont, René. *Contribution à l'étude de l'hydrologie du littoral belge*. Liège, 1903. Extrait in-8° de 43 pages et 10 figures.
3990. Parker, G. H. *The optic chiasma in Teleosts and its bearing on the asymmetry of the Heterosomata (Flatfishes)*. Cambridge, 1902. Extrait in-8° de 22 pages et 1 planche.
3991. Boris Popoff. *Ueber Rapakiwi aus Süd-Russland*. Saint-Pétersbourg, 1903. Extrait in-8° de 193 pages et 4 planches.
3992. Dollfus, G.-F., et Dautzenberg, Ph. *Conchyliologie du Miocène moyen du bassin de la Loire. Première partie : Description des gisements fossilifères. Pélécy-podes*. Paris, 1902. Extrait in-4° de 106 pages, 5 planches et 30 figures.

2° Extraits des publications de la Société :

3993. **Van den Broeck, E. I.** *Le « Concilium Bibliographicum », de Zurich, et la « Bibliographia geologica », de Bruxelles.* Procès-verbaux de 1902. 29 pages.
- Van den Broeck, E. II.** *Réplique à la note de M. G. Simoens.* Procès-verbaux de 1902. 13 pages. (2 exemplaires.)
3994. **Simoens, G.** *Quelques mots à propos de la « Bibliographia geologica ».* Procès-verbaux de 1902. 68 pages. (2 exemplaires.)
3995. ... *La Bibliographie géologique universelle. Communications faites à la Société belge de Géologie en vue de la discussion au Congrès géologique international de Vienne (1905) (comprenant les notes de MM. Van den Broeck et Simoens).* Procès-verbaux de 1902. 102 pages. (2 exemplaires.)
3996. ... *Bulletins bibliographiques des séances des 17 juin, 15 juillet et 21 octobre 1902.* Procès-verbaux de 1902. 106 pages. (2 exemplaires.)
3997. **Harmer, F.-W.** *L'influence des vents sur le climat pendant l'époque pleistocène.* Traductions et reproductions de 1902. 18 pages.
3998. **Arctowski, H.** *Note au sujet de l'étude des glaces antarctiques.* Procès-verbaux de 1902. 3 pages. (2 exemplaires.)
3999. **Cornet, J.** *Compte rendu de l'excursion du 24 mars 1904 à Hautrages et Baudour.* Mémoires de 1902. 14 pages. (2 exemplaires.)
4000. **Cornet, J.** *Compte rendu de l'excursion du 1^{er} avril 1900 dans les vallées de l'Hogneau et du ruisseau de Bavai.* Mémoires de 1902. 23 pages. (2 exemplaires.)
4001. **Kemna, Ad.** *Congrès de gaz et d'eau à Düsseldorf.* Procès-verbaux de 1902. 5 pages. (2 exemplaires.)
4002. **Lagrange, E., et Van den Broeck, E.** *Proposition d'enquête scientifique relative à l'ensemble des phénomènes géophysiques de l'année 1902.* Procès-verbaux de 1902. 9 pages. (2 exemplaires.)
4003. **Verrill, A.-E.** *Caractères bizarres de l'éruption du Mont-Pelée à la Martinique, le 8 mai 1902.* (Traduit de l'anglais par M. F. Halet.) Traductions et reproductions de 1902. 3 pages. (2 exemplaires.)
4004. **Choffat, P.** *Pluie de poussière brune en Portugal (janvier 1902).* (Extrait d'une correspondance, avec une annexe par E. Van den Broeck.) Procès-verbaux de 1902. 9 pages. (2 exemplaires.)

3° Périodique nouveau :

4005. **Stanford.** *Leland Stanford Junior University publications.* I, 1895; III, 1895; V, 1896; VII, 1896; VIII, 1896; X, 1897; XI, 1897; XIII, 1897; XV, 1898; XVII, 1898; XXIV, 1901; XXVI, 1901; XXIX, 1902.

Présentation et élection d'un nouveau membre :

Est présenté et élu par le vote unanime de l'Assemblée :

M. SCHULZ-BRIESEN, ingénieur honoraire des mines, directeur général honoraire des charbonnages de Dahlbusch, 29, Schillerstrasse, à Dusseldorf.

Communications :

E. VAN DEN BROECK et A. RAHIR. — **La Lesse souterraine et sa traversée sous les deux boucles de Furfooz et Chaleux, démontrée par la fluorescéine.**

Après avoir mentionné en quelques mots leurs recherches antérieures sur ce problème hydrologique de la Lesse souterraine, les auteurs de la communication abordent l'exposé de l'expérience à la fluorescéine qu'ils ont eu l'occasion de faire à Furfooz, en décembre 1902. En voici le résumé : La matière colorante mélangée aux eaux de la Lesse, qui se précipitaient alors en partie dans le « Chantoir des Nutons » (situé au pied des rochers préhistoriques de Furfooz), apparut au gouffre dit « Puits des Veaux » dix-sept heures après. La distance à vol d'oiseau est de 280 mètres. Du « Puits des Veaux », que la fluorescéine a démontré être en communication permanente avec la rivière souterraine, la matière colorante a passé *en siphon* sous le lit à l'air libre de la Lesse, pour atteindre le « Chantoir des sources » en quarante heures. Distance : 400 mètres. De ce chantoir, — résurgence de la rivière souterraine, — la fluorescéine a traversé le promontoire montagneux au pied duquel est assis le village de Chaleux, pour se déverser enfin dans la Lesse, par la fausse source, ou résurgence, dite le « Trou de la Loutre ».

Ce dernier trajet, de 340 mètres à vol d'oiseau, s'est effectué en sept heures. Le parcours souterrain complet — traversée de trois massifs de montagnes — s'est donc accompli en trois jours.

La fluorescéine, qui n'a été complètement éliminée par le « Trou de la Loutre » qu'après une durée persistante de dix-sept jours, démontre par ce fait l'existence de nombreux siphons et expansions d'eaux échelonnés sur le trajet de la Lesse souterraine. Elle a également prouvé l'existence d'un cours permanent et d'un afflux temporaire.

M. *Van den Broeck* fait ensuite observer que c'est à la demande de son collaborateur que son nom à lui a les honneurs de la préséance en tête du travail; mais il tient à signaler que le mérite des observations qui viennent d'être exposées revient spécialement à M. *Rahir*. Si, dans des publications antérieures, M. *Van den Broeck*, parlant au nom de son collègue et au sien, a pu prédire déjà comme probables les beaux résultats actuellement obtenus et s'il a pu élaborer avec son collègue le plan et la marche des observations à faire au moment d'une crue, le mérite des constatations matérielles revient surtout à M. *Rahir*, qui s'est trouvé en situation de pouvoir conduire et suivre de près les expériences convenues.

M. le *Président* remercie vivement MM. *Rahir* et *Van den Broeck* de leur intéressante communication et exprime l'espoir que ce travail ne sera pas le dernier de l'espèce. Il émet le vœu que des recherches et expériences de ce genre soient continuées, surtout pour de multiples sources des terrains calcaires soupçonnées de n'être que de simples résurgences. Il est désirable que la Belgique puisse tenir dignement sa place aux côtés de la France dans les études actuellement entreprises sur la circulation des eaux dans les calcaires, surtout pour ce qui concerne les eaux alimentaires dérivant de ces terrains.

M. *Van den Broeck* attire l'attention de l'Assemblée sur la portée pratique très particulière que prennent ces études au point de vue de l'*hygiène publique*. Il fait un exposé récapitulatif montrant l'impérieuse utilité qu'il y aurait d'établir et de réaliser un *programme systématique d'expériences* de ce genre, appliqué à l'ensemble des « sources » et résurgences de nos terrains calcaires.

Cette année, il se tiendra à Bruxelles un Congrès international d'hygiène et de démographie, où sera discutée en détail la question de l'alimentation par les eaux issues des calcaires. L'utilité des expériences à la fluorescéine a fait l'objet d'un vœu au dernier Congrès; mais il importe que les opérations de l'espèce soient faites systématiquement et sans mesures restrictives causées par le coût des expériences.

Il y a en Belgique plusieurs centaines de ruisseaux et de cours d'eau

partiellement et même entièrement souterrains; un travail sérieux de recherches et d'expériences sur cet ensemble considérable de problèmes locaux ne peut être entrepris par un particulier, d'autant plus qu'il serait indispensable de dresser un inventaire et un *atlas détaillé* du lit souterrain, connu ou probable, de ces cours d'eau, documents ayant pour but d'établir aussi nettement que possible la séparation entre les eaux qui offrent pour l'usage alimentaire des dangers positifs, soit permanents, soit éventuels et temporaires, et celles offrant certaines garanties et sur lesquelles devront exclusivement se localiser des études ultérieures.

Des vœux visant la réalisation d'une *enquête systématique et détaillée* sur la question de l'*utilisation des eaux du Calcaire* pourraient être utilement émis par le Congrès en vue d'être soumis aux pouvoirs publics, et la Société pourrait charger les délégués qu'elle y enverra sans nul doute, d'une mission en ce sens et d'un exposé montrant la haute utilité d'une enquête approfondie. (*Approbation.*)

M. *van Ertborn* demande aux auteurs si l'on a évalué le débit approximatif de la Lesse souterraine à sa jonction avec la rivière à Chaleux. Serait-ce une réapparition totale ou partielle qui s'observe au trou de la Loutre, soit à la sortie à Chaleux?

M. *Rahir* fait connaître qu'il est impossible, par suite des dispositions des lieux, de faire les jaugeages dont il s'agit. Une partie des eaux de la Lesse souterraine peut d'ailleurs se perdre par un ou plusieurs points du thalweg dans les eaux de la rivière, le débit du « Trou de la Loutre » ne représentant alors que le surplus de l'apport dû au cours souterrain de la Lesse après sa traversée des deux boucles de Furfooz et de Chaleux.

M. le capitaine *Rabozée* résume ensuite, à l'aide de figures au tableau, le travail de M. W. SPRING, intitulé : **Quelques expériences sur l'imbibition du sable par les liquides et les gaz, ainsi que sur son tassement**; il s'exprime comme suit :

Cette étude fait suite à des travaux précédents du même auteur (1), mais elle touche de bien plus près à la question du « sable boulant ».

(1) ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XXVIII, p. M 117, 1901, et t. XXIX, p. M 17, 1902. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XVI, *Pr.-Verb.* p. 269, 1902.

M. Spring étudie, dans diverses circonstances, le phénomène compliqué de l'imbibition du sable sec, puis il passe à l'examen des conditions dans lesquelles s'opère le tassement du sable dans des liquides différents, dans le vide, dans les gaz et dans les liquides contenant des gaz en dissolution.

L'auteur rencontre dans ce travail plusieurs points importants discutés dans les séances que notre Société a consacrées à l'étude scientifique du « boulant », notamment le tassement du « boulant » par le drainage, le foisonnement du sable qui s'imbibe d'eau dans diverses circonstances.

Après l'exposé sommaire des très intéressantes recherches expérimentales de M. Spring, il est donné lecture des conclusions suivantes, que l'auteur formule comme résumé de son travail :

1. L'imbibition d'un sable sec a lieu jusqu'à ce que l'air expulsé d'entre les grains par le liquide ait atteint une certaine pression dont la grandeur dépend essentiellement de la constante capillaire du liquide et de la finesse du sable; toutefois, l'arrêt de l'imbibition n'empêche pas le mouillage général des grains de sable.

2. Une masse de sable sec et meuble qui s'imbibe d'eau passe par un *maximum de solidité*. Celui-ci est un état d'équilibre instable parce que l'addition ou l'enlèvement d'un peu de liquide provoque une dislocation marquée. Quand le sable se trouve dans cet état d'équilibre, il se laisse débiter en tranches fines, restant debout.

3. Le degré d'imbibition qui donne à une masse de sable le maximum de solidité est en équilibre physique avec le degré de libre imprégnation d'eau des membranes animales.

4. Le sable se tasse d'une manière égale dans des liquides chimiquement différents. Le degré de tassement ne dépend donc ni des constantes capillaires ni des grandeurs moléculaires des liquides. Toutefois, la rapidité du tassement dans divers liquides n'est pas la même; elle varie dans une large mesure sans être, non plus, en relation simple avec les constantes physiques des liquides.

5. Le tassement du sable dans les gaz présente le même caractère que dans les liquides. Il est aussi indépendant de la nature chimique des gaz. Ceci prouve que la densité des gaz n'intervient pas comme facteur essentiel dans le phénomène.

6. Le sable détruit l'état de *sursaturation* et même l'état de *saturation* d'une solution d'un gaz dans l'eau. Il *adsorbe* le gaz autour de ses grains au point d'en libérer une notable partie. L'enveloppe de gaz formée autour des grains fait obstacle au tassement; mais comme cette enveloppe est

dans un état d'équilibre instable, elle finit par disparaître et le tassement s'achève.

7. Si l'on agite avec du sable une solution mutuelle de deux liquides n'ayant pas, l'un pour l'autre, une trop grande affinité, on constate que la solution change de composition. Le sable concentre autour de lui le liquide pour lequel il a le plus d'affinité, de sorte que la proportion de l'autre devient plus forte dans la partie éloignée du sable.

8. L'eau dans laquelle du sable se trouve suspendu accuse une densité plus grande que celle de l'eau pure. La différence peut dépasser 10 %.

9. Du sable mêlé d'eau se comporte comme un liquide particulier : il traverse même de l'eau pure sans lui abandonner celle qu'il retient autour de ses grains.

10. Les gaz dissous dans les liquides sont l'obstacle le plus grand au tassement rapide du sable, mais ils ne sont pas seuls à agir. La couche de liquide qui adhère aux grains de sable retarde, de son côté, le tassement d'autant plus qu'elle est plus fine ; sans doute parce que sa solidité grandit à mesure que son volume diminue.

11. Du sable qui s'imbibe librement d'eau de manière que l'air puisse s'en dégager, ne foisonne pas si le niveau de l'eau d'imbibition est égal ou inférieur à la surface libre du sable. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'eau pénètre dans le sable sous une certaine pression, même faible, le foisonnement a lieu ; c'est qu'alors l'eau pourra faire équilibre et même soulever la masse de sable et d'eau qui fonctionne comme un corps unique, dont la densité apparente est supérieure à celle de l'eau pure.

M. le *Président* remercie vivement M. Rabozée de l'intéressant exposé qu'il vient de faire du travail du savant professeur de Liège et fait remarquer toute l'importance de ce nouveau mémoire de M. Spring qui, il le reconnaît avec M. Rabozée, fait faire un pas important à l'étude scientifique du sable bouillant.

Il ajoute qu'il a été frappé de l'ingéniosité apportée par M. Spring dans ses expériences, lesquelles ont donné des résultats absolument précis et démonstratifs.

Il félicite chaleureusement l'auteur de cette importante étude et le remercie de l'honneur qu'il a fait à la Société en la lui réservant.

Le travail *in extenso* sera publié dans les *Mémoires*.

Une discussion s'engage ensuite entre MM. Ad. Kemna, O. van Erthorn, Ch. Fiévez et quelques autres membres, mais il est entendu qu'elle sera reprise ultérieurement, après l'impression du mémoire de M. Spring.

M. le *baron van Ertborn* expose ensuite son étude intitulée : **Rectification à l'échelle stratigraphique de l'Éocène inférieur des Flandres**, présentée et acceptée pour l'impression aux *Mémoires*. En voici le résumé succinct :

M. G. Dollfus ayant, à la suite des deux excursions de la Société en 1901 et 1902, publié, dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes* (1), un compte rendu sommaire de ces explorations, sous le titre de *Classification des couches crétacées, tertiaires et quaternaires du Hainaut belge*, le baron van Ertborn expose les idées émises par l'auteur.

Celui-ci estime, au sujet du système éocène, que la faune et la flore du Heersien et du Landenien marin sont les mêmes et, par conséquent, qu'il n'y a pas lieu de scinder ces dépôts en deux étages. M. van Ertborn ajoute que les *silex verdés* ne sont nullement la base de l'étage landenien, mais bien des silex de dénudation prétertiaire. La ligne de démarcation stratigraphique entre les deux étages se réduit à un léger ravinement et à quelques graviers épars. Le Heersien a, il est vrai, une zone d'extension bien moins considérable que celle du Landenien, mais on ne doit pas oublier qu'il a emprunté ses sédiments au Crétacique, très réduit en sous-sol dans la partie occidentale de la Belgique et que les marnes heersiennes sont les plus *délayables* de nos dépôts tertiaires.

Il se peut donc fort bien que dans le sous-sol de la Belgique occidentale, le Heersien ait disparu ou même n'ait pu se former.

Les couches désignées comme Landenien supérieur dans la même région sont, d'après M. G. Dollfus, de même âge que le Sparnacien français. La faune le prouve à l'évidence; il n'y a donc pas de contestation possible. M. van Ertborn donne la liste des fossiles sparnaciens recueillis en de nombreux points. Depuis lors, la question a encore fait un nouveau pas. M. Leriche vient de publier la description des poissons fossiles du Landenien supérieur de la région orientale du pays et ceux-ci sont tous d'eau douce et sparnaciens. Cette faune n'a donc aucun rapport avec le Landenien marin et l'introduction dans la légende belge de l'étage sparnacien s'impose.

M. G. Dollfus considère le Panisielien comme un véritable Ypresien supérieur, et il estime que les différences fauniques ne justifient nullement la subdivision de ces dépôts en deux étages Ypresien et Panisielien; de plus, la ligne de démarcation stratigraphique qui les sépare est presque nulle et M. van Ertborn ajoute qu'en grande profondeur le

(1) N° 386, sér. IV, 33^e ann., 1^{er} déc. 1902.

Paniselien et l'Ypresien se confondent en une seule masse argileuse, où toute trace séparatrice fait complètement défaut.

M. G. Dollfus se demande ensuite si le petit lit de gravier qui sépare le Ledien du Laëkenien justifie la subdivision de ces dépôts en deux étages, les différences fauniques étant presque nulles.

Les mêmes observations peuvent s'adresser aux étages Wemmélien et Asschien, surtout au dernier, dont la faune est encore peu connue. M. van Ertborn signale encore l'inconséquence qui fait du sable à *N. planulata* le toit de l'Ypresien et du sable à *N. (Operculina) Orbignyi* la base de l'Asschien. Le Bruxellien, le Laëkenien, le Ledien n'équivalent tous ensemble qu'à une partie du Lutécien de Paris.

M. van Ertborn est donc d'avis que, lorsque les différences fauniques sont presque nulles et que les lignes de démarcation stratigraphique sont incertaines, il y a lieu de simplifier la légende : toute simplification rendant l'étude de la science plus facile et plus attrayante.

Il a l'honneur de proposer à l'échelle stratigraphique de la Carte au 40000^e les modifications suivantes :

Systeme Éocène.

ÉTAGE WEMMELIEN	} Assise asschienne. Assise wemmélienne.
ÉTAGE LAEKENIEN	
ÉTAGE BRUXELLIEN	} Assise ledienne. Assise laëkenienne.
ÉTAGE YPRESIEN	
ÉTAGE SPARNACIEN	} Assise panisélienne. Assise ypresienne.
ÉTAGE LANDENIEN	
ÉTAGE MONTIEN	} Assise lagunaire. Assise marine. Assise heersienne.

M. le *Président*, remettant à une séance ultérieure toute controverse qui pourrait s'élever sur les points que vient de soulever M. van Ertborn, déclare que, pour sa part, il ne peut se rallier à sa manière de voir.

La séance est levée à 10 h. 50.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 10 FÉVRIER 1903.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

T. H. HOLLAND. (Geol. Survey of India.) — **Sur la composition, l'origine et la déshydratation de la latérite.** (*Geol. Mag.*, février 1903.)

Dans un article relatif à la description des roches provenant des îles Seychelles, Max Bauer (1) a discuté spécialement la question de la latérite qui correspond, par ses caractères principaux, à la bauxite, dont l'importance industrielle ne doit pas être perdue de vue par ceux qui s'occupent des contrées tropicales humides.

De son côté, l'auteur distingue plusieurs espèces de latérite : celle des hauts niveaux et celle des contrées basses; les premières se trouvent encore en place et recouvrent les terrains aux dépens desquels elles ont été formées. On rencontre dans l'Inde, au-dessous du niveau de 5 000 pieds, des couches de recouvrement qui renferment en abondance des masses concrétionnées, tandis que les produits de décomposition des niveaux plus élevés ont parfois conservé la structure de la roche aux dépens de laquelle la latérite s'est formée. Les latérites des bas niveaux ont une origine détritique et renferment des grains de sable, où le quartz prédomine généralement; elles diffèrent surtout des autres roches détritiques par l'abondance du ciment latéritique.

Dans cette forme, qui est celle qui se rencontre le plus souvent, il y a une bien petite quantité d'alumine et un pourcentage plus élevé du fer, ce qui provient probablement de l'action élémentaire des eaux courantes qui emportent la gibbsite et abandonnent le fer plus lourd avec les grains de sable. Par contre, le type des Seychelles, signalé plus haut, paraît appartenir au type des niveaux supérieurs.

(1) M. BAUER, *Beitrag zur Geologieder Seychellen.* (NEUES JAHRB. F. MINERALOGIE, ETC., 1898, vol. II, p. 163.)

Un produit analogue à la latérite est désigné, dans l'Inde, sous le nom de *Kunkar*. On le trouve sur le flanc oriental des Ghats occidentales, de la côte de Malabar, alors que le flanc occidental est occupé par la latérite ordinaire. Le *Kunkar* se distingue par la présence d'une proportion élevée de carbonate de chaux et est employé comme ciment hydraulique. Il présente l'ensemble des produits de décomposition de la roche, les produits calcaires solubles n'ayant pas été enlevés par l'eau des pluies qui, sur le versant oriental des Ghats, sont beaucoup plus rares que sur le versant occidental, exposé à la mousson du Sud-Ouest.

Il n'est pas probable que la formation de la latérite dépende seulement de la température plus ou moins élevée de la région, car la latérisation est très active sur les Nilgiri-Hills et les Palni-Hills du Sud de l'Inde, où la température ne varie que fort peu autour de 60° F. et où, par conséquent, l'hiver est peu marqué.

L'auteur en conclut qu'un hiver rigoureux s'oppose à la formation de la latérite; ainsi, dans les latitudes élevées, le feldspath est conservé à l'état détritique.

D'un autre côté, lorsque des gaz ou des liquides venant de la profondeur agissent sur des silicates alumineux, peut-être à des températures élevées, il se forme du kaolin, qui est un silicate hydraté d'alumine, au lieu des oxydes hydratés comme on l'a parfois prétendu.

Se basant sur ces considérations, l'auteur est porté à croire que l'explication de la formation de la latérite ne se trouve pas dans des réactions chimiques simples, mais qu'il faut la chercher dans l'action d'un organisme inférieur, qui a le pouvoir de séparer l'alumine, dont il n'a pas besoin, de la silice qui lui est nécessaire; celle-ci, se trouvant à l'état soluble, est enlevée ultérieurement par les solutions alcalines. Cet organisme peut se développer dans les climats humides et chauds des tropiques, même dans les altitudes tempérées de ceux-ci, mais il ne pourrait résister aux hivers rigoureux de la zone tempérée et du Nord de l'Inde, où l'on ne rencontre pas de latérite. Ce même organisme pourrait aussi former le *Kunkar*, qui ne diffère de la latérite que par une action ultérieure de l'eau moins intense.

L'existence d'organismes capables de décomposer les silicates d'alumine cesse de paraître extraordinaire si l'on se rappelle l'existence des bactéries de nitrification, qui transforment les sels inorganiques en protéides pour les plantes supérieures; des bactéries qui, en sens inverse, décomposent la matière organique azotée pour former des

nitrate, et aussi des formes anaérobies qui décomposent les sulfates et isolent le soufre, et, enfin, des formes aérobies qui transforment les sulfures en sulfates.

Parmi les formes que l'on trouvera très probablement dans la latérite en voie de formation, il y aura des formes voisines des genres *Crenothrix* et *Cladothrix*, etc., qui constituent des agents actifs dans l'oxydation des sels ferreux et déposent dans les parois de leur cellule l'oxyde ferrique. Il y a probablement des bactéries voisines de celles-ci qui agissent dans l'oxydation des sels ferreux, qui se forment pendant la latérisation du basalte. Mais les formes les plus importantes à découvrir seront celles qui fournissent l'énergie nécessaire pour une désintégration plus complète d'un silicate alumineux, ce que les moyens chimiques ne nous permettent pas encore de réaliser à la température ordinaire de l'atmosphère.

L'auteur discute ensuite longuement la déshydratation de la latérite des bas niveaux, particularité qui en fait une excellente matière pour travaux de terrassement; elle acquiert avec le temps une dureté remarquable et une résistance indéfinie aux agents atmosphériques.

V. D. W.

F. MIRON. — **Étude des phénomènes volcaniques.** (Paris, Béranger, éditeur, rue des Saints-Pères, 1903, vol. 320 pages.)

Le désastre de la Martinique, le réveil d'un grand nombre de volcans, les nombreux tremblements de terre, la mort de milliers de malheureux, victimes de ces phénomènes naturels, jettent un voile de deuil sur cette année 1902 et lui réservent un souvenir sinistre dans la série séculaire. M. F. Miron a traité la question du volcanisme à ses divers points de vue et son ouvrage est l'exposé fidèle de l'état actuel de nos connaissances à son sujet.

Le premier chapitre est consacré aux tremblements de terre; il traite depuis le plus minime mouvement sismique, perceptible seulement à l'aide d'instruments spéciaux, jusqu'aux tremblements de terre les plus violents, causant de grands ravages. L'auteur donne les formules pour calculer l'épicentre.

Dans le deuxième chapitre, M. Miron énumère et décrit les différents phénomènes résultant des mouvements sismiques, tremblements de terre, raz de marée, oscillations barométriques, phénomènes magnétiques.

La deuxième partie de son ouvrage est consacrée au volcanisme proprement dit; elle traite des signes précurseurs, des sismes, des colonnes de fumée, des projections de débris, de sables, de cendres, de lapilli, de bombes, enfin du mode de formation du cratère.

Le chapitre II de la seconde partie est consacré aux diverses espèces de laves; les laves acides contiennent de 55 à 66 % de silice et leur densité est 2.90; les laves basiques n'en contiennent que de 40 à 65 % et leur densité varie de 2.90 à 3.10. Quelques volcans ayant des cratères à des altitudes différentes rejettent les laves acides et légères par le cratère le plus élevé.

Parlant de l'ascension lente des laves et des mouvements oscillatoires que présente ce mouvement, l'auteur n'en donne aucune explication. Il est regrettable qu'il n'ait point eu connaissance de la théorie du *compresseur à air*.

La température des laves est variable; d'après MM. Fouqué et Michel-Lévy, les laves à leucite auraient celle de la fusion du platine, soit 1 900°, celles à anorthite au moins 1 600°. En 1900, Bartoli mesura avec soin la température de la lave de l'Etna : celle-ci était de 1 000°.

Au cours de sa coulée, la lave se refroidit extérieurement, se solidifie et la partie centrale garde sa fluidité. Si l'apport cesse, la partie solidifiée se vide et forme tunnel. Celui d'Augra, aux Açores, a 1 000 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur et 6 mètres de hauteur.

La vitesse des coulées dépend de la fluidité de la lave et de l'inclinaison de la pente; elle peut varier de 8 mètres à 0^m,06 par seconde.

Le volume des coulées est parfois considérable; celle du Vésuve, en 1794, fut de 23 400 000 mètres cubes; celle de 1787, à l'île Bourbon, atteignit 86 000 000 de mètres cubes.

Le chapitre III de l'ouvrage est consacré à l'étude des émanations gazeuses des volcans, colonnes de fumée et fumerolles, leur composition chimique, les produits de sublimation.

Le chapitre IV, aux solfatares et aux geysers, et le suivant aux salses, aux mofettes, aux terrains ardents et aux fontaines ardentes.

Dans le chapitre VI, l'auteur expose les modes de formation des cratères et des cônes volcaniques, des dômes d'intumescence, des couronnes, et il passe, au chapitre VII, aux éruptions et aux déluges de boues. Enfin, le chapitre suivant est consacré aux volcans sous-marins.

Les causes du volcanisme sont le sujet de la troisième partie de l'ouvrage de M. Miron; l'auteur entre d'abord dans des considérations

générales, au sujet de la répartition des volcans dans les différentes contrées et sur les grands phénomènes qui ont modifié l'écorce du globe ; il étudie ensuite les différentes théories émises sur les causes du volcanisme : celles de M. de Lapparent, de M. Fouqué, de M. Stanislas Meunier, de M. Armand Gautier, enfin celle des influences sidérales, qui paraît peu vraisemblable.

Dans la quatrième partie du volume, M. Miron rappelle les différents phénomènes résultant des éruptions volcaniques ; les lueurs crépusculaires, les couronnes solaires ; il passe ensuite, dans la cinquième partie, à l'étude des principaux volcans et termine son ouvrage par l'histoire du cataclysme de la Martinique.

Le travail de M. Miron est un résumé complet de tout ce qui a été dit sur les volcans jusqu'à ce jour ; sa lecture et son étude sont des guides sûrs dans la question de ces grands phénomènes terrestres qui, comme nous l'avons déjà dit, laisseront un triste et impressionnant souvenir de l'année 1902.

B^{on} O. v. E.

F. FOUQUÉ. — Les analyses en bloc des roches éruptives et leur interprétation.

Au moment où s'achève l'impression de notre *Bulletin bibliographique*, m'arrive, comme hommage de l'auteur, une importante contribution de M. F. FOUQUÉ, traitant des *Analyses en bloc des roches éruptives* et de leur interprétation (1).

Le chapitre final de ce travail constitue indirectement — car son auteur n'a nullement en vue ce but spécial — un plaidoyer pouvant, dans une certaine mesure, être utilisé en faveur de la thèse des *foyers périphériques* de M. Stübel. J'ai désiré dire ici quelques mots du nouveau travail de M. Fouqué, tant pour faire connaître les vues intéressantes de l'auteur, que pour signaler qu'un tel corollaire pourrait être ajouté par les partisans de la thèse Stübel aux intéressantes conclusions générales du travail de notre éminent confrère.

Depuis longtemps, dit-il, les analyses en bloc des roches éruptives sont très en faveur parmi les pétrographes, qui leur demandaient le moyen de connaître la nature de la matière fondue sous-jacente à l'écorce

(1) Extrait du *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, décembre 1902.

terrestre et d'en suivre l'évolution et les variations de composition jusqu'au moment de la consolidation finale. On avait cru trouver par ce procédé une base de documentation géogénique n'ayant pas à réclamer l'édification des hypothèses, souvent contradictoires, de la Géologie. On comptait même pouvoir y trouver une base rationnelle de classification des roches, fondée sur des considérations génétiques.

M. Fouqué, cependant, ne s'était guère fait d'illusions sur cette prétendue portée des recherches de l'espèce, et, dans les analyses en bloc de roches volcaniques qu'il avait, comme tant d'autres, entreprises, il n'avait jamais eu en vue que l'élucidation de problèmes régionaux ou locaux, ou bien l'étude de cas particuliers.

Dans le travail qu'il vient de faire paraître, M. Fouqué montre qu'il y a une distinction radicale à établir entre la portée qui peut être attribuée à l'analyse en bloc des roches *plutoniques* et celle qui s'attache à l'analyse des roches *volcaniques* proprement dites.

Trop d'éléments, sujets à controverse, existent dans le premier cas, qui se caractérise par des produits cristallisés, par voie aqueuse, dans les filons concrétionnés, tandis que dans le second, l'on a affaire à des produits constitués par voie de fusion ignée, que des expériences de laboratoire peuvent permettre d'élucider dans leurs conditions de production.

L'analyse en bloc des roches *volcaniques*, dont il faut éliminer évidemment celles de roches ayant subi des actions secondaires notables, dues à l'influence des agents atmosphériques, est donc un procédé pouvant être admis comme moyen d'investigation de la matière fondue qui remplit les foyers éruptifs profonds.

L'auteur, après avoir écarté l'objection qui pourrait être tirée de la présence habituelle d'une matière vitreuse paraissant devoir contrarier les résultats d'un tel mode d'étude recherché s'il n'est pas possible de tirer une conclusion utile et pratique des résultats fournis par les analyses en bloc des divers types de laves qu'il a étudiées.

Celles-ci sont constituées par deux séries principales : les roches volcaniques de l'archipel de Santorin, appartenant à diverses catégories, et les roches volcaniques d'Auvergne.

La variété des types de ces deux séries étudiés par l'auteur est considérable, car elle comprend une trentaine de roches différentes de la première série et une quinzaine de la seconde.

Pour chacune d'elles, l'auteur, en regard de la composition chimique de la roche en bloc, fournit les quotients moléculaires, et presque toujours ces données sont étendues, parallèlement à la composition

moyenne des feldspaths de la roche étudiée, à celle également des phéno-cristaux de feldspaths des mêmes échantillons. Chaque fois aussi, les résultats de l'analyse sont suivis de son interprétation et du détail des chiffres de la composition moléculaire.

L'auteur a eu surtout en vue, dans ses recherches, de suivre dans divers types de roches volcaniques la marche du phénomène de feldspathisation, en ce sens qu'il a recherché, à l'aide de ses analyses, à évaluer approximativement dans chaque cas la manière dont s'effectueraient l'évolution et la succession des divers feldspaths. A ce point de vue, la comparaison des feldspaths en phéno-cristaux avec ceux du second temps de consolidation est particulièrement intéressante dans les deux groupes voisins des trachytes et des phonolites, car on constate que l'évolution des divers types feldspathiques s'y fait en sens inverse.

Ces mêmes études conduisent aussi à des données intéressantes quand il s'agit d'une roche résultant d'un magma complexe, par exemple d'un mélange de magmas de trachyte et de basalte, comme dans la roche de la Marangie (Cantal), étudiée par l'auteur.

L'ensemble des données ainsi réunies par M. Fouqué l'a amené à aborder un chapitre spécial, celui de *l'examen critique de la théorie de la différenciation*, et c'est ici que nous allons tenter, sans le concours de l'auteur toutefois, d'y trouver un appui en faveur des vues émises par M. Stübel.

M. Fouqué rappelle d'abord que, suivant la thèse classique, enseignée aujourd'hui dans la plupart des Universités françaises, le globe terrestre aurait été primitivement fondu en totalité et *homogène*. L'hétérogénéité actuelle constatée dans les produits éruptifs serait due à des séparations spontanées qui se seraient faites dans le magma original, sous l'influence des inégalités de température.

Les nombreux partisans de ces vues classiques admettent la persistance, jusqu'à nos jours, de ces processus de différenciation. Il se produirait des groupements successifs de premier, de deuxième et de troisième ordre, le tout obéissant à des lois d'évolution amenant des différenciations de plus en plus accentuées et dont la grande variété des laves des volcans actuels constituerait la démonstration très nette.

L'auteur combat cette thèse de l'homogénéité primordiale de la Terre. Pour accepter pareil point de départ, il faut admettre ou bien une absolue uniformité de composition et de distribution, dans l'espace, des matières cosmiques ayant donné naissance à notre globe, ou bien

la possibilité d'un brassage énergétique et prolongé du magma fondu, datant des premiers temps de la genèse terrestre.

A la première hypothèse s'oppose la diversité de composition des météorites, qui démontre le manque absolu d'homogénéité dans la matière cosmique en circulation. L'analyse spectrale des étoiles démontre de son côté la diversité de composition quantitative des astres auxquels pourrait être logiquement comparée la Terre aux premiers temps de son existence.

Quant à l'hypothèse, absolument gratuite, de brassage, elle est, dit l'auteur, « en contradiction avec ce que les données de la Physique, de la Mécanique et de l'Astronomie ont permis de présumer sur la densité et la rigidité des parties centrales de la Terre et avec ce que l'on sait relativement à la viscosité de la matière fondue sous-jacente à son écorce ».

L'auteur, tout en rejetant nettement l'hypothèse d'un magma primitif, unique et homogène, ne croit cependant pas devoir rejeter *a priori* la possibilité, par des cas particuliers et limités, d'une certaine différenciation dans les magmas fondus. Il admet que les cristallisations amenées au sein des magmas silicatés fondus constituent des différenciations, mais ce sont des différenciations locales, d'ordre minéralogique, plutôt que d'ordre géologique. Les mouvements et l'ordre de classement dus à la pesanteur, aux différences de densité des cristaux divers apparaissant au sein des magmas, n'affectent que des zones et épaisseurs de milieu ambiant peu importantes, et l'auteur montre que, l'influence des températures aidant, il ne peut y avoir de transfert vertical que de médiocre étendue.

M. Fouqué combat ensuite la théorie nouvelle de différenciation que certains pétrographes modernes ont basée sur l'observation de l'ordre habituel des cristallisations dans les laves et il montre notamment qu'elle ne parvient nullement à expliquer les localisations dans le sens tangentiel, qui, de toutes manières, restent la grosse difficulté, que n'ont pu résoudre les partisans de la différenciation du magma interne.

Voici maintenant, reproduites *in extenso*, les considérations finales de l'étude de M. Fouqué :

Quand on passe en revue l'ensemble des enseignements de la Géologie, on arrive forcément à conclure que de tous temps le globe terrestre a été hétérogène, que les foyers éruptifs sont très inégalement distribués et localisés, et que chacun a son individualité propre avec des liens de parenté (*consanguinity*) qui le rattachent à d'autres foyers, tantôt contigus, tantôt situés à de grandes distances.

Les différenciations sont incapables d'amener des transferts lointains comme ceux qu'implique la localisation des massifs éruptifs, si différents les uns des autres au point de vue de la composition des roches qui les constituent en des lieux séparés quelquefois par d'énormes intervalles, pas plus qu'elles ne peuvent rendre raison de l'identité de quelques-uns de ces amas dépourvus de communications entre eux.

Comment supposer que d'un même magma fondu, certains composés chimiques aussi rapprochés les uns des autres que le sont, par exemple, les bases alcalines et alcalino-terreuses, aient pu s'échapper en sens divers, circuler souterrainement et s'accumuler localement dans des districts souvent fort écartés entre eux? Pourquoi la soude serait-elle venue se concentrer dans le bassin de Christiania et dans les Kaménis de Santorin, la potasse au Vésuve ou dans quelques autres volcans isolés, la chaux et la magnésie à l'Etna et dans les volcans basaltiques? Et dans une même région, les localisations ne sont-elles pas presque toujours tout aussi accentuées? Dans le groupe du Mont-Dore, par exemple, aucun phénomène de différenciation ne peut rendre compte de la séparation de types aussi tranchés que les andésites, les phonolites et les basaltes, quelque voisins et enchevêtrés que soient les gisements de ces roches. A plus forte raison, la même difficulté se présente-t-elle lorsqu'il s'agit d'événements très éloignés les uns des autres. La viscosité très grande des silicates fondus semble bien être un obstacle invincible aux voyages en sens divers que l'on a imaginés comme ayant affecté les éléments intégrants de leur magma originel.

Si les phénomènes de différenciation étaient, comme on le suppose, lents, graduels et progressifs, les éruptions de composition signalant les étapes des phénomènes ne se feraient-elles pas d'ailleurs dans un ordre déterminé? Tous les pétrographes partisans de la théorie de la différenciation ont admis cette conséquence et ont cherché à en déterminer les lois. Mais là s'arrête l'accord qui existe entre eux; rien de confus comme les résultats contradictoires auxquels ils ont été conduits. L'un a assigné aux roches éruptives d'un district donné un ordre de genèse particulier; un autre, étudiant une autre région, est arrivé à une conclusion contraire; un troisième a conclu à l'existence d'un ordre encore tout différent. Dans leurs travaux, les généralisations hâtives luttent les unes contre les autres et se détruisent mutuellement. Comme conséquence, il faudrait admettre que la nature, en opérant les différenciations, a agi bien capricieusement.

N'est-il pas plus simple et par suite préférable d'admettre que la matière fondue qui fournit les roches éruptives a toujours été hétérogène, mais qu'elle l'est peut-être plus que jamais à cause des phénomènes endomorphiques qu'elle subit et surtout à cause de l'action puissante et compliquée des minéralisateurs qui, souterrainement, s'exerce sans trêve

ni relâche et dont nous ne découvrons le plus souvent les effets grandioses que longtemps après qu'ils ont eu lieu !

D'ailleurs, il n'y a pas que les magmas fondus alimentant les volcans qui soient hétérogènes. Rien de varié et d'inégal comme la distribution et la localisation par groupes des eaux minérales, des roches plutoniques et des filons concrétionnés. Ne sait-on pas que certaines régions privilégiées sont exceptionnellement et très localement favorisées au point de vue des dépôts métallifères? Est-ce que tous les gisements éruptifs offrent à ce point de vue les mêmes caractères? Est-ce que tous les filons sont également riches en métaux précieux? Tous offrent-ils la même gangue? Est-ce que les dépôts d'acide borique si limités de la Toscane et de la petite île de Vulcano n'impliquent pas l'existence, dans les profondeurs correspondantes du sol, de réservoirs d'étendue très restreinte, riches en acide borique ou en combinaisons boratées? Croit-on qu'il suffise de pratiquer un sondage dans une région granitique ou gneissique quelconque pour obtenir la sortie de telle ou telle eau minérale déterminée? Ces sources sont disposées en groupes remarquablement localisés et doués de caractères spéciaux. Quand on songe à l'énorme amas de sels de soude que l'on aurait recueilli au Mont-Dore, à Vichy et à Karlsbad si seulement, en chacun de ces trois points, on avait pu évaporer l'eau minérale qui en est sortie depuis le commencement des temps historiques, on ne peut s'empêcher de penser qu'il existe souterrainement, au-dessous de ces localités, des amas alcalins d'un volume énorme et cependant très localisés.

Enfin, que dire des gîtes si exigus et si limités où la patience des chercheurs les plus expérimentés va recueillir les composés des terres rares? Si ces terres rares ont été primitivement distribuées d'une façon uniforme en proportions infinitésimales dans le magma fondu universel, quelle différenciation miraculeuse ne faut-il pas admettre pour expliquer leurs gisements actuels!

Contre la théorie de la différenciation, il est encore un argument, plus contestable à la vérité, mais qui cependant ne doit pas être passé sous silence. Il se tire de la comparaison des roches volcaniques des anciennes périodes géologiques avec celles de l'époque actuelle. Les roches volcaniques anciennes étaient naguère encore méconnues des géologues; il a fallu l'introduction du microscope et la sagacité des pétrographes pour les faire reconnaître malgré les altérations diverses qu'elles ont subies. Aujourd'hui, leur existence est établie indubitablement et leur étude fait chaque jour de grands progrès. On peut donc les comparer entre elles et surtout les comparer avec celles des volcans modernes. Si les phénomènes de différenciation correspondaient à un processus régulier et incessamment progressif, il devrait y avoir d'énormes différences de composition entre les magmas qui ont déversé les produits de

la période paléozoïque et même ceux de la période secondaire et ceux qui rejettent encore les laves de nos volcans actuels.

Or, quand on met de côté les différences dues à l'action des minéralisateurs et aux altérations atmosphériques, on est surpris de l'identité de composition des roches des volcans carbonifères, devoniens ou siluriens avec celles que nous voyons engendrées sous nos yeux par l'action des feux souterrains. Ce sont les mêmes types minéralogiques et chimiques qui se présentent, avec quelques différences seulement d'ordre secondaire. Certains porphyres sont à peu près identiques à nos dacites et à nos rhyolites, les différents types de porphyrites reproduisent presque exactement nos andésites; les basaltes ne diffèrent pas sensiblement de nos laves basaltiques, et les péridotites de toutes les époques peuvent être à peu près assimilées et identifiées dans toutes leurs variétés. Les diversités que l'on constate entre des roches analogues d'âge différent sont beaucoup plus des diversités de structure que des différences de composition chimique. En outre, dans chaque cas particulier, un examen attentif des faits donne en général assez facilement l'explication des anomalies apparentes.

En somme, si les causes qui modifient les résultats des analyses sont encore quelquefois difficiles à apprécier et sont, dans quelques cas spéciaux, un obstacle à ce qu'on puisse tirer de la comparaison des roches tout le parti qui doit en provenir plus tard, néanmoins ce qui est déjà sûrement établi montre assez que les magmas fondus telluriques n'ont guère subi de changements notables pendant l'immense durée des temps géologiques.

De tout ce qui vient d'être dit nous pouvons donc déduire les conclusions suivantes :

1° L'hétérogénéité du globe terrestre est primordiale aussi bien dans le sens tangentiel que dans le sens radial; elle n'a pas dû subir, avec le temps, de modifications considérables. La production des cristallisations, ainsi que les mouvements lents et limités occasionnés par la différence entre les densités des cristaux formés et celle du milieu visqueux qui les tient en suspension, sont les seules causes efficaces des déplacements sensibles;

2° La théorie de la différenciation prise dans toute sa pleine extension, avec le caractère que les pétrographes modernes lui ont attribué, donne prise à des objections graves, pour ne pas dire à des impossibilités;

3° Ou bien elle repose sur des conceptions purement gratuites; ou bien les faits de détail invoqués en sa faveur sont incertains ou susceptibles d'autres interprétations plus vraisemblables.

L'exposé qui précède, mis en regard avec la *théorie des foyers périphériques*, leur origine et leur disposition, paraît devoir s'accorder

remarquablement avec ladite thèse, et la cause des localisations dans le sens tangentiel, notamment, devient un corollaire très simple et très logique du dispositif invoqué par M. Stübel pour la répartition des foyers ignés latéraux et localisés, alimentant les volcans actuels.

L'auteur n'a certes pas songé à confirmer ni à infirmer la thèse des foyers périphériques lorsqu'il expose ses vues sur l'*hétérogénéité initiale* du magma igné terrestre, mais il suffit de lire attentivement, sans perdre de vue la notion de la genèse, de la répartition et du rôle des *foyers ignés périphériques*, les suggestives pages littéralement reproduites plus haut pour se convaincre d'un fait paraissant peu contestable, c'est que si l'*hétérogénéité initiale* du magma igné constitue un premier facteur parfaitement admissible, conformément aux vues de M. Fouqué, on peut aussi attribuer un important rôle complémentaire d'agent de distribution, de répartition, de localisation et de différenciation des produits volcaniques, au facteur représenté par les *foyers périphériques*. Ceux-ci, à ce point de vue, sont en droit de revendiquer une réelle importance dans l'évolution de certaines différenciations finales, et cette importance est bien d'accord avec l'ensemble des *faits* de répartition, de localisation et de différenciation que montrent les produits volcaniques du globe entier. Cette constatation fournirait ainsi un argument de plus en faveur du bien fondé des vues de M. Stübel.

La thèse de ce dernier se réclame particulièrement de la dernière conclusion de M. Fouqué lorsqu'il dit que les faits de détail invoqués en faveur de la thèse de différenciation sont susceptibles d'autres interprétations plus vraisemblables. Ces faits de détail peuvent, semble-t-il, rester considérés comme *réels* et *acquis* et s'expliquer aisément grâce à l'adoption de la thèse des origines et de la disposition de *foyers périphériques* ayant servi, et dont les plus supérieurs et plus récents continuent encore à servir, avec sans doute quelques autres plus anciens, de foyers localisés d'alimentation des volcans actuels.

E^t V. D. BR.

P. S. — M. Fouqué, mis à même par l'auteur de la présente analyse de jeter un coup d'œil sur l'épreuve de celle-ci, ne se range guère encore parmi les partisans de la thèse Stübel, du moins telle qu'elle est actuellement présentée par son auteur. Toutefois, le savant volcanologiste accepte volontiers l'idée d'une certaine modification des magmas laccolithiques par les roches ambiantes et il reconnaît que les travaux de M. Lacroix sur les Pyrénées ont bien mis en lumière l'existence de modifications endomorphiques des granites injectés par les roches qui les entourent. Cette cause de diversité des produits éruptifs, qui se révèle ainsi sans que l'on

doive avoir recours à la théorie de la différenciation, pourrait être invoquée comme un argument à la fois favorable à la thèse de M. Fouqué et à celle de M. Stübel, du moins en ce qui concerne le rôle des magmas laccolithiques. Cette modification endomorphique des granites par les roches qui les entourent ne devrait toutefois, suivant M. Fouqué, être considérée que comme un facteur adventif s'adjoignant à celui qu'il considère comme primordial. Il n'en est pas moins vrai que la théorie de Stübel permet, sinon au même titre que les recherches et expériences de M. Fouqué, du moins d'expliquer, dans une certaine mesure, la diversité des produits éruptifs sans avoir recours à la théorie de la différenciation.

E^t V. D. BR.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

L'acide carbonique dans la houille.

M. *Leprince-Ringuet*, ingénieur des mines, vient d'ouvrir un chapitre nouveau sur les houilles. Il a démontré à la dernière réunion de l'Industrie minérale que le charbon ne dégage pas seulement du grisou, mais aussi de l'acide carbonique.

Les dégagements instantanés de CO² ne sont donc pas dus à des poches de gaz dans les failles ou les couches, mais à une véritable occlusion dans la houille.

Par une série de déductions remarquables, M. *Leprince-Ringuet* en est arrivé à classer les mines qu'il a étudiées au point de vue de l'acide carbonique que dégagent leurs houilles, comme suit :

I. De 0 à 9 mètres cubes par tonne :

La Grand'Combe (Grand-Baume). Saint Jean de Valériselle ;
Tréllys (couches inférieures du puits de l'Arbousset);
Lalle, Molières, Bessèges (sauf le quartier des Maigres).

II. De 10 à 19 mètres cubes par tonne :

Champclauson (à la Grand'Combe et à Cessous), Rochebelle (sauf les couches X et 8)
Gagnières, Tréllys (faisceau des couches supérieures, Esteyrins);
Bessèges (quartier des Maigres), Fontanes (travaux à moins de 90 mètres du jour);
La Grand'Combe (région des feux de Ricard), Cessous (ventilateur Rouvière), Portes.

III. De 20 à 29 mètres cubes par tonne :

Laval (Mas-Dieu);
Tréllys (galerie Delarbre, Saint-Pierre au-dessus de l'étage 166);
Fontanes (travaux à moins de 165 mètres du jour).

IV. De 30 à 39 mètres cubes par tonne :

Rochebelle, couche X, Fontanes à 205 mètres du jour.

V. De 40 mètres cubes et au-dessus par tonne :

Tréllys, dressants, et Crouzoul (anciens feux);
Rochebelle, couche 8 (douteux), Fontanes, à 300 mètres du jour (douteux).

Ces études ouvrent un horizon nouveau, mais n'y aurait-il pas lieu d'envisager aussi

le phénomène que vient de mettre en lumière M. *Moissan*, c'est-à-dire la combustion spontanée du charbon, surtout lorsqu'il est menu, mouillé et légèrement chauffé, ce qui est le cas dans la mine.

Il ne faut pas oublier qu'il y a là de la houille en quantité considérable aux fronts de taille; qu'elle est remuée, transportée; que des lambeaux épars de combustible existent un peu partout dans les vieux travaux; qu'il y a enfin des matières charbonneuses, des schistes imprégnés de matières organiques partout.

D'après M. *Moissan*, tout cela brûle lentement, incessamment, en produisant de l'acide carbonique.

Les combustions spontanées dans les cales de navires, l'espèce d'usure des charbons longtemps exposés à l'air, tout cela est la preuve de cette combustion, c'est-à-dire d'une production d'acide carbonique que l'on n'avait pas envisagée jusqu'à présent dans son rôle à l'intérieur des mines.

Quel peut être son effet? C'est à M. *Leprince-Ringuet* que nous nous permettrons de poser cette dernière question, puisqu'il vient de la mettre pour ainsi dire à l'ordre du jour dans sa remarquable communication.

(Analyse publiée dans l'*Écho des Mines et de la Métallurgie*,
30^e année, 12 février 1903, p. 163.)

Une mine de cuivre soluble.

Le numéro du 19 mars de l'*Écho des Mines et de la Métallurgie* contient un article très intéressant sur une mine de cuivre soluble.

Cet article donne des renseignements complets sur quatre concessions de la « *Copaquire Copper Sulfate Company* », situées près de Huatacondo, province de Taracapa, Chili.

Le gisement à exploiter dans ces concessions est formé d'une roche très friable, ce qui est très avantageux pour l'abatage, roche qui se désagrège immédiatement après son immersion dans l'eau; comme le minerai est du sulfate de cuivre, celui-ci se trouve dissous dans l'eau et peut facilement être régénéré en cristaux dont le cuivre est extrait comme cuivre métallique très pur.

« Mais ce qui rend ce gisement extrêmement intéressant, dit l'article, et probablement unique au monde, c'est que l'on est amené à admettre qu'il a été formé et qu'il continue à s'augmenter par un *phénomène physique d'ascension*, qu'il est probable que sous le dépôt du minerai existe une énorme masse de cuivre, sous forme de sulfure de cuivre, qui, sous l'influence de l'humidité et de la chaleur, se transforme peu à peu en sulfate de cuivre, que les eaux souterraines dissolvent et amènent, par ascension, dans les roches perméables des collines, où elles les déposent à l'état cristallisé. »

T. C.

D^r H. SCHARDT, professeur à Neuchâtel. — **Avalanche du glacier du Rossboden (Simplon).**

Lors de la réunion de Zofingue de 1901, MM. Forel et Schardt avaient déjà communiqué les résultats préliminaires de leurs recherches sur ce mémorable événement, qui a affecté la forme d'une véritable avalanche de neige, remplissant le vallon du Krummbach entre le hameau d' Eggen et la Petite-Chapelle, cote 1 513 mètres, un peu en amont du village du Simplon. La présence de blocs nombreux de glace au milieu de la coulée de neige rendait évident que l'origine de cette catastrophe devait être

cherchée dans l'éboulement d'un glacier situé au sommet du Fletschhorn, à la cote d'environ 3 700 mètres. L'existence d'une encoche semi-circulaire sur le plus occidental des trois glaciers suspendus sur la face N. du Fletschhorn indiquait nettement le point de départ. A la surface et au milieu de la coulée de neige, il y avait d'innombrables blocs de pierre, dont plusieurs de très grand volume (jusqu'à 1 000 mètres cubes). Il y avait donc lieu de penser que ces blocs pouvaient provenir d'un éboulement de rocher ayant eu lieu simultanément avec la chute du glacier. Mais le plus grand nombre de ces blocs sont manifestement empruntés à la moraine que l'avalanche a entraînée sur son passage. Ils sont jaunis; leurs angles sont anciennement arrondis et ne portent guère de trace d'usure récente comme ceux d'un éboulement. La participation d'un éboulement de rocher à l'événement en question, aussi probable qu'elle devait paraître, a donc dû rester encore en suspens.

Depuis lors, j'ai pu examiner en détail la niche d'arrachement et m'assurer qu'à l'encoche dans le glacier correspond une entaille très nette dans le rocher sous-jacent. Les deux niches se sont agrandies notablement depuis la catastrophe. Des éboulements de rochers ont eu lieu très fréquemment pendant l'année qui vient de s'écouler; il en est tombé même pendant l'hiver. Pour cela, la participation d'un éboulement de rochers est très positivement établie. Il a été possible, en outre, de prendre de bonnes photographies de la niche d'arrachement, d'un point situé sur le Griesserengrat, à environ 2 500 mètres d'altitude, juste en face du sommet du Fletschhorn. La superposition de la brèche du glacier à une encoche de même forme dans le rocher sous-jacent est absolument évidente. La participation d'un éboulement rocheux est en outre prouvée par la poussière qui s'est répandue sur les environs après la chute. J'ai construit une grande carte à l'échelle de 1 : 3 000, en agrandissant la carte Siegfried (1 : 50 000) et en dessinant tous les détails du glacier, de ses moraines et des traces laissées par le passage de l'avalanche d'après mes nombreux croquis et photographies. Cette carte donne une image très nette de ce remarquable phénomène et permet d'en retracer la marche. Le grand intérêt scientifique de cet événement réside dans le faible volume de l'éboulement initial (environ 300 000 mètres cubes de rocher et 500 000 mètres cubes de glacier), tandis que le volume de l'avalanche gisant sur le Sengboden et remplissant le vallon de Krumbach doit avoir été non loin de 5 000 000 de mètres cubes.

L'explication de ce contraste est donnée par le fait que l'éboulement initial a entraîné sur son passage toute la neige prête à glisser, qui recouvrait le glacier et la surface avoisinante, que l'immense avalanche a littéralement balayée, en grandissant toujours plus, jusqu'au moment où elle s'est arrêtée, en reconstituant une phase antérieure du glacier du Rossboden, entourée des anciennes moraines de celui-ci. Outre la neige, l'avalanche a entraîné presque la totalité de la moraine superficielle qui cachait totalement l'extrémité inférieure du glacier du Rossboden (environ 200 000 mètres cubes). Une partie de la moraine frontale de celui-ci a également été démolie et entraînée, ce qui est prouvé entre autres par le bloc servant de repère aux mensurations des variations de longueur du glacier, lequel git aujourd'hui à côté des chalets de Seng, à près de 2 kilomètres de son gisement primitif, à l'extrémité de la langue du glacier! La plus grande partie de l'éboulement rocheux n'est cependant pas arrivée jusqu'au champ de déjection de l'avalanche, puisque les pierres fraîchement brisées, attribuables à la chute du soubassement rocheux du glacier, sont relativement peu nombreuses à côté des blocs empruntés à la moraine. Cela ressort de l'existence à la surface du glacier, dans la partie concave, peu inclinée, de la courbe qu'il décrit au pied de la cataracte, d'un vaste champ de décombres, nettement caractérisé comme nappe d'éboulement.

La marche du phénomène peut donc se reconstituer comme suit : Le rocher disloqué et pourri supportant le petit glacier du Fletschhorn s'est éboulé, entraînant dans sa chute les deux tiers du glacier. Toute cette masse s'est abattue sur le névé de concentration, peu incliné, du glacier du Rossboden (3 250 mètres environ). Les blocs de glace, grâce à leur mobilité, ont naturellement devancé l'éboulement rocheux, dont une grande partie s'est arrêtée déjà sur ce plateau (augmenté depuis lors par les éboulements subséquents qui n'ont généralement pas atteint la cataracte). L'entraînement de la neige par la coulée de glace et le rabotage des séracs de la cataracte ont donné naissance à l'avalanche initiale qui s'est abattue dans le lit du glacier au pied de la cataracte où prend naissance une courbe d'environ 60° avec l'ancienne direction. Là l'avalanche s'est divisée en deux bras : l'un suivant le lit du glacier enserré entre de hautes moraines latérales; l'autre, sans doute la partie supérieure de la coulée, a débordé par-dessus la muraille morainique latérale Nord, en projetant une gerbe de glace et de pierres sur le pâturage de Griesseren (2 300 mètres), et s'écoulant ensuite, conjointement avec une coulée de débordement plus importante, sortie du glacier plus bas, dans l'étroit couloir entre la moraine latérale N. et le rocher de Griesseren. Arrivées au Sengboden, les deux coulées se sont réunies. Celle qui a suivi le lit du glacier, la plus importante apparemment, a complètement balayé la moraine superficielle recouvrant la langue du glacier et dont les matériaux ont été littéralement délayés dans la masse de neige et de glace, de sorte que les pierres, comme les blocs de glace, ont été très régulièrement disséminées dans la masse de l'avalanche. Ce fait était nettement visible dans les tranchées de la route et sur les surfaces de cassure produites par l'effondrement des voûtes recouvrant le Krummbach.

La gerbe qui s'est abattue sur la Griesserenalp a été accompagnée d'un effet pneumatique puissant, car elle a projeté une grêle de pierres sur la Rossbodenalp (Oberstafel), dont plusieurs chalets ont été démolis. Plus loin, le vent, emportant pierres, sable, glace, etc., a touché la forêt de mélèzes près de Alte Stafel, puis a ricoché vis-à-vis sur la forêt de la moraine sous Lighien (1 728 mètres), où il a encore apporté de petites pierres. Les gros blocs enlevés à la moraine frontale surtout doivent avoir suivi de près l'avalanche, car ils gisent presque tous à la surface dans la partie amont et ont labouré le sol.

Ce phénomène est dû à la connivence de plusieurs circonstances, notamment l'époque de l'année favorable à la formation des avalanches. En été ou en automne, il aurait eu des conséquences moins graves. C'est un événement peut-être unique en son genre.

Le Service topographique suisse fait lever actuellement une carte au 1 : 40 000 de la zone parcourue par l'avalanche. On pourra probablement faire d'après ces levés des déterminations plus exactes de son volume, surtout de celui de la glace et du rocher arraché.

(Extrait des *Eclogæ geologicae Helvetiæ*, vol. VII, n° 4.)

N O T A .

L'Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1902 a eu lieu le 17 février 1903. (Pour le Compte rendu de cette séance voir le tome XVI du BULLETIN : Procès-Verbaux, pp. 680-695.)