

SÉANCE MENSUELLE DU 28 JUIN 1898.

Présidence de M. G. Jottrand, vice-président.

La séance est ouverte à 8 heures 45 minutes.

Correspondance :

M. le D^r *Bleicher* remercie pour sa nomination de membre associé étranger.

Communication du Bureau :

M. le *Président* éprouve la satisfaction de faire connaître à l'Assemblée les distinctions honorifiques complémentaires qui ont été accordées à plusieurs membres de la Société qui se sont distingués à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897, Section des sciences :

Déjà il a eu la satisfaction d'annoncer que M. *E. Van den Broeck*, notre secrétaire général, a été nommé *chevalier de l'ordre de la Légion d'Honneur* et que MM. *van Overloop, Gérard et Jacques*, ont été nommés *chevaliers de l'ordre de Léopold* ;

A ces nominations viennent aujourd'hui s'ajouter celles de MM. *Rutot et Bayet* en qualité de *chevaliers de l'ordre des Saints-Maurice et Lazare* ; celle de M. le baron *A. de Loë*, en qualité de *chevalier de l'ordre de la Couronne de fer d'Autriche* ; de M. *de Pierpont*, en qualité de *chevalier de l'ordre de Charles III d'Espagne* et, enfin, M. *A. Lancaster* en qualité de *chevalier de l'ordre du Mérite du Congo*. De plus, M. le *Président* est heureux d'annoncer que M. *Lancaster* vient d'obtenir, en outre, le titre estimé de *correspondant étranger de la Société allemande de météorologie*. (*Applaudissements.*)

M. le *Président* est persuadé de se faire l'interprète de nos sentiments reconnaissants à tous envers M. le Prof^r *H.-F. Osborne*, conservateur du département de la Paléontologie des Vertébrés de l'*American Museum of Natural History*, à New-York, pour la belle conférence,

accompagnée de projections lumineuses, qui a été donnée le 24 courant à la Société par le savant paléontologue américain sous le titre :

LES ANCIENS LACS DES MONTAGNES ROCHEUSES ET LEURS GRANDS ANIMAUX DISPARUS.

Cette conférence, très applaudie, a obtenu auprès de nos collègues et de leurs invités un vif succès, et le Bureau est heureux d'exprimer toute sa gratitude au savant professeur, qui s'est spontanément offert à faire profiter si fructueusement tous de son trop court passage à Bruxelles.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2570. **Boettger, O.** *Katalog der Reptilien-Sammlung im Museum der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt-am-Main.* (II. Theil.) Brochure in-8° de 160 pages. Francfort, 1898.
2571. **Bogoslowsky, N.** *Quelques observations sur les sols de la Crimée.* Extrait in-8° de 11 pages. Saint-Pétersbourg, 1897.
2572. **Carter, J.** *A contribution to the palæontology of the Decapod crustacea of England.* Extrait in-12 de 44 pages et 2 planches. Londres, 1898.
2573. **Geinitz, H.-B.** *Die Calamarien der Steinkohlenformation und des Rotliegenden im Dresdener Museum Beiträge zur Systematik.* Extrait in-4° de 29 pages et 1 planche. Leipzig, 1898.
2574. **Gendebien, A.** *Les ventilateurs des mines.* Extrait in-8° de 8 pages. Liège, 1883.
2575. — *Les ventilateurs des mines.* Extrait in-8° de 32 pages et 7 planches. Bruxelles, 1882.
2576. — *Les ventilateurs des mines.* Supplément. Extrait in-8° de 19 pages. Bruxelles, 1883.
2577. — *Les ventilateurs à force centrifuge des mines et des forges.* Complément. Volume in-8° de 132 pages. Bruxelles, 1884.
2578. — *La houille, le grisou, les dégagements instantanés.* Brochure in-8°. Namur, 1885.
2579. — *Les résistances des mines.* Brochure in-8° de 47 pages. Bruxelles, 1885.

2580. — *Théorie de l'accord des ventilateurs centrifuges*. Brochure in-8° de 58 pages. Namur, 1886.
2581. — *Études sur la ventilation des mines, faisant suite à la théorie de l'accord des ventilateurs centrifuges et des mines*. Brochure in-8° de 82 pages. Bruxelles, 1888.
2582. Harzé, E. *Des mines à grisou et des dépressions atmosphériques*. Extrait in-8° de 9 pages. Bruxelles, 1881.
2583. — *Des mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grisou*. Extrait in-8° de 114 pages et 1 planche. Bruxelles, 1885.
2584. Matthew, G. F. *Studies on Cambrian faunas*. Extrait in-8° de 38 pages et 4 planches. Ottawa, 1897.
2585. Omboni, G. *Il Gabinetto di Geologia della R. Università di Padova*. Extrait in-8° de 52 pages. Padoue, 1898 (2 exemplaires).
2586. Renevier, E. *Ambiguïté du terme « Norien » et son inadmissibilité dans la classification internationale*. Extrait in-8° de 3 pages. Lausanne, 1897.
2587. Sacco, F. *I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria*. Extrait in-8° de 20 pages. Turin, 1896.
2588. — *Relazioni geologiche sopra progetti di derivazione d'acqua potabile*. Extrait in-8° de 35 pages. Turin, 1896-1898.
2589. — *Il pozzo trivellato di Alessandria*. Extrait in-8° de 3 pages. Turin (sans date).
2590. — *Novità malacologiche*. Extrait in-8° de 4 pages. Parme, 1897.
2591. — *Essai sur l'Orogénie de la Terre*. Extrait in-8° de 4 pages. Turin, 1897.
2592. — *Novità malacologiche (suite)*. Extrait in-8° de 5 pages. Parme, 1898.
2593. — *Materiali da costruzione delle colline di Torino-Casale-Valenza*. Extrait in-8° de 20 pages. Turin, 1898.
2594. — *La geologia e le Linee Ferroviarie in Piemonte*. Extrait in-8° de 22 pages. Turin, 1898.
2595. — *Schema del Corso di Geologia applicata*. Brochure in-8° de 17 pages et 1 plan. Turin, 1898.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée.

En qualité de membres effectifs :

MM. ABRAMOFF, T.-J., ingénieur des mines, à Makeevka, par la station de Kartzisk (Russie).

DUFRADE AL., directeur général de la Compagnie austro-belge de pétrole, à Stryi (Galicie).

HABETS PAUL, ingénieur à l'Université de Belgique, directeur gérant de charbonnage, 17, avenue Blonden, à Liège.

LAMBIOTTE, directeur général de la Société anonyme des Charbonnages réunis de Raton-Farciennes, etc., à Tamines.

En qualité de membre régional :

M. VAN DE GHINSTE, lieutenant-colonel du génie en retraite, 12, rue de Linthout, à Schaerbeek.

M. C. Klement donne lecture de la note ci-dessous :

Exposé de quelques vues générales sur la formation des gîtes métallifères.

(Suite) (1).

LA THÉORIE DE LA SÉCRÉTION LATÉRALE

PAR

C. KLEMENT,

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.

Parmi les diverses théories qui ont été émises pour expliquer la formation des gîtes filoniens, c'est incontestablement à l'action de sources thermales qu'on a eu recours le plus souvent; ces eaux, chargées d'un acide, d'acide carbonique ordinairement, auraient amené à l'état de dissolution les substances métalliques et les auraient déposées, par voie de cristallisation, dans les fentes des divers terrains géologiques. Cette

1) Voir BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., t. IX, 1897, Pr.-Verb. (28 décemb.), pp. 179-184.

action des sources minérales a contribué, sans aucun doute, sur une large échelle, à la formation d'un grand nombre de filons métallifères, mais elle est, dans bien des cas, purement hypothétique.

De même qu'il n'est point nécessaire, pour expliquer la formation des filons de quartz, de calcite, de barytine, de fluorine, etc., si fréquents dans les terrains les plus divers, de chercher leur origine plus loin que dans les roches encaissantes, de même on a essayé d'expliquer le dépôt de substances métalliques, souvent associées aux minéraux précités qui leur servent de gangue, au moyen d'un lessivage des roches voisines des filons par les eaux d'infiltration superficielles. C'est la fameuse théorie de la *sécrétion latérale*, développée surtout par *F. von Sandberger* et ses élèves et qui, autant vantée par les uns que combattue par les autres, mérite au moins la même considération que celle de l'infiltration ascensionnelle par des sources thermales et autres.

Des idées de ce genre avaient été déjà émises par *G. Bischof*, qui, dans son traité de géologie chimique et physique, se prononce nettement en ce sens que tous les filons, métallifères ou autres, proviennent des roches voisines. D'après lui, ce seraient principalement les silicates de ces roches, et notamment les feldspaths, qui auraient renfermé primitivement les substances métalliques déposées plus tard dans les filons.

Plus tard, vers 1855, *J.-G. Forchhammer*, par l'analyse chimique d'un grand nombre de roches de provenances très diverses, arriva aux conclusions suivantes : 1° Toutes ces roches renferment, outre le fer et le manganèse, encore des traces d'autres métaux lourds; 2° ces métaux se trouvent dans les roches à l'état de silicates; 3° les métaux contenus dans les diverses roches sont les mêmes que ceux qui se trouvent sur les filons de ces roches. Il en conclut que les métaux des filons métallifères peuvent provenir et proviennent probablement, en effet, des roches encaissantes.

F. von Sandberger, enfin, a commencé par analyser une à une toutes les espèces minérales qui forment les éléments principaux des roches à filons métallifères telles que : Granites, Syénites, Diorites, Diabases, Gabbros, Mélaphyres, Périodites, Serpentes, Trachytes, Andésites, Basaltes, Gneiss et Micaschistes, ainsi que certaines roches clastiques.

Les minéraux qui composent principalement ces roches sont : le Quartz, les Micas, les Feldspaths, la Hornblende, l'Augite, la Diallage, la Magnétite, l'Olivine, la Serpentine, la Néphéline et la Leucite. Le

résultat de ces analyses a été à peu près le suivant : le quartz est formé généralement de silice pure. Les micas, par contre, renferment, outre leurs éléments ordinaires : (silice, alumine, fer, magnésie, chaux, potasse, soude, lithine et fluor), fréquemment encore de petites quantités de manganèse, de nickel, de cobalt, de cuivre, de plomb, d'argent, de zinc, de baryum, de chrome, de titane, d'étain, d'arsenic, d'antimoine et de bismuth. Les Feldspaths ne semblent, d'une manière générale, pas contenir de métaux lourds, abstraction faite de l'argent, tandis que les amphiboles, les augites et les diallages en renferment souvent, notamment du plomb, du cuivre et du zinc en quantités *relativement* considérables. La magnétite est généralement exempte de substances étrangères. Dans l'Olivine et dans la Serpentine, qui en dérive par voie d'altération, on trouve fréquemment du nickel et du chrome, tandis que la Néphéline et la Leucite ne renferment ordinairement pas de métaux lourds.

Ces faits étant acquis, *F. von Sandberger*, aidé de ses élèves, s'appliquait à prouver que les métaux rencontrés dans les filons sont précisément les mêmes que ceux qui se trouvent en combinaisons dans les silicates des roches encaissantes. Dans cet ordre d'idées, il montra que l'Olivine des paléopicrites du Nassau, qui renferment des filons nickelifères, contient jusqu'à plus de 6 ‰ de nickel, et que les micas des gneiss et des granites du Spessart et de la Forêt-Noire renferment les mêmes métaux que les mines de leurs filons. Ainsi, par exemple, le mica noir du gneiss du Spessart contient de petites quantités de cobalt, d'arsenic, de cuivre et de bismuth, mais pas de plomb, et les filons de ce gneiss renferment de la smaltine, du cuivre gris cobaltifère, de la chalcopryrite et de la bornite, mais pas de galène; de même dans le mica du granite de Wittichen (Forêt-Noire), on trouve des traces d'argent, d'arsenic, de bismuth, de cobalt, de nickel et de cuivre, et pas de plomb; et ses filons renferment principalement des minerais arsenifères d'argent, de cobalt et de nickel, mais pas de galène, tandis que le mica du gneiss de Schapbach (Forêt-Noire), dont les filons sont constitués principalement de galène, contient *du plomb*, du cuivre, du cobalt et du bismuth. Pour les roches de cette dernière région, c'est *M. K. Killing* qui a démontré les relations existant entre la composition des éléments constitutifs de ces roches et entre la teneur en métaux de leurs filons.

D'après cet auteur, ce sont surtout les variétés de gneiss, riches en mica, qui ont fourni les matériaux des filons.

L'analyse quantitative d'un échantillon de ce mica lui a donné :

0.28 % de fluor, 0.028 % d'oxyde de plomb, 0.07 % d'oxyde de cuivre, 0.0056 % d'oxyde de bismuth et 0.0094 % d'oxyde de cobalt. Il a calculé que 1 mètre cube (2720 kilogrammes) de la roche, non altérée, peut fournir 92^{gr},5 de galène, 389 grammes de chalcopryrite, 10 608 grammes de barytine et 1 333 grammes de fluorine, ce qui concorde très bien avec les faits observés, car ces filons sont à gangue de fluorine et de barytine avec minerais de plomb accompagnés tantôt de chalcopryrite, tantôt de blende.

Des faits analogues de corrélation entre la composition des roches encaissantes et entre la nature de leurs filons ont été encore observés dans l'Erzgebirge, dans le Fichtelgebirge, au Harz, dans les Carpathes et dans d'autres régions. On a constaté, en outre, que les roches encaissantes renferment généralement moins de métaux lourds dans leurs parties altérées que dans leurs parties fraîches, ce qui s'explique aisément sans autre hypothèse, et, ce qui est plus important au point de vue de notre théorie, que ce sont, le plus souvent, les parties altérées qui contiennent les filons riches, tandis que les filons des parties fraîches sont stériles.

En raison de tous ces faits, *von Sandberger* n'a pas hésité à généraliser sa théorie et à admettre que tous les minerais des filons métallifères proviennent de l'altération des roches encaissantes. Il est même allé jusqu'à prétendre que l'analyse chimique d'une roche pourrait fournir, au point de vue minier, des indications *pratiques* sur la nature de filons y inclus.

En France, c'est surtout *M. Dieulafait* qui s'est fait le partisan d'idées analogues. Il s'est efforcé de démontrer qu'un grand nombre de métaux, tels que : baryum, strontium, cuivre, zinc, manganèse, etc., sont très répandus dans toutes sortes de roches, dans le sol, dans l'eau de sources et de la mer, etc., et il a reconnu, dans certains cas particuliers, dans les terrains du Plateau Central, par exemple, la présence de ces métaux au voisinage de leurs gisements filoniens.

Telle est, dans ses grandes lignes, la théorie de la *sécrétion latérale*, qui est cependant loin d'être admise partout. Elle a trouvé, au contraire, des adversaires très décidés, tels que : *A.-W. Stelzner* en Allemagne, *M. de Larnay* en France, et d'autres, défenseurs de l'ancienne théorie de l'apport des substances métalliques de la profondeur par les eaux de source.

Les objections principales faites à la théorie de la sécrétion latérale sont les suivantes :

D'abord, la constatation que les parties altérées d'une roche sont les

plus riches en filons exploitables, est loin d'être générale; il y a de nombreuses exceptions. Ensuite, les relations entre les filons métallifères et les roches encaissantes sont excessivement compliquées. Il arrive, d'un côté, que ces filons traversent, sans changer sensiblement en richesse, toute une série de terrain de composition et de teneur en métaux très inégales, tandis que, dans d'autres cas, les filons riches sont liés à certaines parties déterminées d'un terrain. Il arrive encore que la même roche renferme dans une partie des filons riches en minerais, tandis que dans d'autres parties, sensiblement identiques à la première, elle ne contient que des filons stériles.

Un essai intéressant pour vérifier, par la voie expérimentale, la théorie de la sécrétion latérale a été fait pour les célèbres filons de plomb argentifère de Příbram, en Bohême. On a cherché à savoir, en outre, si, par les analyses chimiques des diverses roches encaissantes, on pouvait tirer des conclusions sur la richesse des filons en minerais et obtenir ainsi des indications; si, dans certains cas déterminés, les travaux d'extraction seraient rémunérateurs ou non. Ces recherches, faites par une commission instituée par l'administration des mines de Vienne, en 1885, ont donné, d'après le rapport officiel, les résultats suivants : La source des métaux renfermés dans les filons de la région de Příbram se trouve, sans aucun doute, dans les roches clastiques appartenant au Silurien inférieur et formées de débris de gneiss du Böhmerwald. La cause principale qui a déterminé la formation de ces filons a été la dislocation de ces couches clastiques par une éruption de diabase qui, elle-même, ne renferme pas les éléments métalliques caractérisant les filons.

Si donc, sous ce rapport, la théorie de la sécrétion latérale se trouve confirmée pour cette région, les conclusions pratiques qu'on a voulu en tirer, relativement à la richesse des filons d'après la présence de leurs éléments métalliques dans les roches encaissantes, n'ont pas été reconnues exactes, car on a constaté la présence du plomb et de l'argent aussi bien dans les parties de roche qui renferment des filons riches que dans celles qui n'en contiennent que de stériles.

M. A. Rénard fait une conférence intitulée :

Exposé des théories relatives au régime fluvial des Ardennes et de la Lorraine.

Cette communication, ayant surtout pour but d'exposer l'état actuel de la science dans une question connue, n'est pas destinée à l'insertion dans le BULLETIN.

PRÉSENTATION

D'UN

FRAGMENT DE LA MÉTÉORITE DE LESVE

RESTÉ NON DÉCRIT NI FIGURÉ,

par Ernest VAN DEN BROECK.

Avant de fournir les quelques détails qu'il lui a été possible de recueillir sur la chute d'une météorite, survenue à Lesve, près Fosse (province de Namur), et d'exhiber le fragment qui est actuellement en sa possession, M. Van den Broeck rappellé l'article de *Ciel et Terre* (N° 5 du 1^{er} mai 1896) intitulé : *Chute d'une météorite à Lesve*.

Une partie des renseignements à l'aide desquels M. A. Lancaster, le savant météorologiste-inspecteur de l'Observatoire royal d'Uccle, a rédigé le dit article lui avaient, ainsi qu'il l'annonce d'ailleurs, été fournis par M. Van den Broeck, qui, dès l'annonce de la chute signalée par les journaux, s'était empressé, en l'absence du directeur du Musée de Bruxelles, de télégraphier à Lesve et d'écrire par courrier spécial, en vue de demander l'option d'achat pour le Musée et d'assurer ainsi à cet établissement la possession de cette importante pièce.

Mais déjà M. le Prof^r Dewalque, de l'Université de Liège, d'une part, et M. A. Renard, de l'Université de Gand, d'autre part, l'avaient devancé, et les propositions représentant une estimation de fr. 1,50 à fr. 1,40 le gramme avaient été faites au propriétaire de la météorite. Celui-ci avait alors résolu d'attendre les offres ultérieures sur lesquelles il comptait, vu l'empressement des premiers compétiteurs, et M. C. Klement, conservateur de la Section de minéralogie du Musée, qui au retour de M. Dupont, à Bruxelles, fut chargé par celui-ci d'aller négocier à Lesve l'acquisition, pour le Musée de Bruxelles, n'avait pas

reçu d'instruction lui permettant de dépasser ces offres, dont le chiffre s'éleva bientôt à fr. 1,50 le gramme; ce qui représentait, pour les 1360 grammes du fragment principal, objet du litige, une somme de 2000 francs.

Suivant toute apparence, un accord interviendra entre les établissements mentionnés plus haut et la météorite sera sectionnée de manière que le Musée de Bruxelles et ceux des Universités de Liège et de Gand puissent posséder chacun un fragment de la météorite (1).

La pièce, au moment de la chute, pesait 2 kilogrammes. Un assez large fragment en a été détaché au marteau, et diverses esquilles secondaires en ont été dispersées. L'une d'elles se trouve dans les collections de l'Abbaye de Maredsous.

C'est la partie principale du fragment si fâcheusement détachée de la météorite qui vient d'être acquise par M. Van den Broeck et qu'il exhibe à la séance. Ce fragment pèse 148^{gr},55; il mesure 0^m,066 de long sur 0^m,053 de large et 0^m,027 d'épaisseur (2). Quatre faces du fragment, grossièrement polygonal, sont couvertes de la croûte noire ordinaire de fusion, bien caractérisée et qui, sur deux de ces faces, présente un reste de striation obtuse et peu définie, alors que deux autres de ces faces noircies sont plutôt subgranuleuses. Une grande face basique ainsi que deux petites faces latérales représentent des coupes fraîches de cassure et complètent les sixième et septième côtés du polyèdre. Les angles extérieurs de celui-ci sont obtus et émoussés dans toute leur étendue et ne présentent aucune région à bords aigus. La masse intérieure est uniformément grise et présente la structure dite chondritique, type auquel se rapportent les très rares autres météorites jusqu'ici tombées en Belgique.

Dans un article de *Ciel et Terre*, M. A. Lancaster, parlant de ce qui s'observe sur la surface de cassure du fragment principal de 1360 grammes, et dont les caractères internes sont évidemment identiques à ceux du fragment présenté par M. Van den Broeck, dit que cette surface « montre une pâte cristalline blanchâtre, tachée de rouille et d'où se détachent des chondres, des particules de fer météorique et des grains à reflet bronzé, du troïlite, sulfure du même métal. Au microscope, ajoute-il, on voit que cette roche renferme des éléments silicatés à rapporter au péricot, avec inclusions vitreuses caractéristiques, à la

(1) C'est cette solution qui est en effet intervenue et, avant le partage de la météorite le Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles a fait prendre le moulage complet du fragment de 1360 grammes.

(2) Un moulage soigneux en a été fait et tiré à quelques exemplaires.

bronzite et aux chondres. Ces éléments sont enchâssés dans une masse très fine, composée des mêmes minéraux. On a donc affaire à une météorite d'un type bien connu et fréquent; sur douze chutes de météorites pierreuses, on en compte onze appartenant à ce groupe.

» La nature minéralogique de la roche, la croûte de fusion qui la recouvre et ses dépressions caractéristiques, les particularités relatives à la chute elle-même ne peuvent laisser aucun doute sur l'origine extra-terrestre de la pierre. C'est donc, ajoute M. Lancaster, la troisième chute de météorite bien authentique constatée en Belgique depuis environ cinquante ans. On a d'abord celle de Saint-Denis-Westrem, près de Gand, en 1855 (le 7 juin), puis celle de Tourinne-la-Grosse en 1863 (le 7 décembre) et enfin celle de Lesve. »

On trouve, page LXXXVIII des *Bulletins* du tome XXIII des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, une courte *Note sur une météorite tombée à Lesve*, publiée par Dom G. Fournier. Cette note fournit quelques données intéressantes sur les circonstances de la chute. Les voici, intégralement reproduites :

« Vers 7 $\frac{1}{2}$ heures du matin, par un temps gris et froid et entre des giboulées de grêlons et d'eau, à un moment où il ne pleuvait plus, un bruit ressemblant à un violent roulement de chariots fut entendu à plus de 100 mètres de l'endroit où la météorite tomba. Un jeune homme travaillait dans le jardin à environ 10 mètres de loin de la chute. Il comparait le bruit et le sifflement à celui de plusieurs trains de chemin de fer lancés à toute vapeur. Une femme qui l'avait entendu de plus loin l'assimilait à celui que ferait une maison qui s'écroulerait et dont toutes les tuiles se briseraient.

» On ne vit ni vapeur ni lumière, et l'on ne remarqua pas la chute du projectile. Ce ne fut qu'un quart d'heure après que le jeune ouvrier, rassuré, reprit son travail et remarqua le trou creusé par l'aérolithe dans un sentier du jardin, à une profondeur de 40 centimètres. Ce trou, absolument net, était creusé un peu obliquement.

» La pierre qui en fut retirée, sans qu'on remarquât rien de spécial à sa température, pesait 2 kilogrammes. Elle fut brisée sur un des côtés et les morceaux dispersés... »

Voici ce que dit ensuite M. Fournier de la forme, de l'aspect et des caractères du fragment principal du poids de 1 560 grammes, qu'il examina soigneusement à Lesve :

« La météorite de Lesve a une forme grossièrement ovoïde : le gros bout est très renflé, le petit tronqué, de façon que la pierre peut s'y maintenir en équilibre. Elle mesure 0^m,137 de longueur, 0^m,098 de

largeur et 0^m,09 de hauteur, quand on la couche dans le sens de sa plus grande dimension. Elle est à contours arrondis, sauf vers l'extrémité mince, où ils deviennent anguleux, mais à arêtes mousses. Un des côtés est pourvu de dépressions peu profondes. Une couche externe lisse, avec granulations d'un brun foncé, entoure la météorite; cette couche de fusion n'a pas 1 millimètre d'épaisseur. Intérieurement, la masse météorique est formée d'une pâte d'un gris clair, sur le fond duquel on remarque de petits points métalliques d'un blanc d'argent, très brillants et très nombreux; c'est probablement le fer natif nikelifère; des globules gris, de quelques millimètres de diamètre, se détachent facilement de la masse: ce sont les « chondres », bien connus dans les météorites de ce type; de nombreuses petites taches rousses et enfin, en moins grand nombre, des taches noirâtres et gris sombre.

» Le grain de la roche est friable, poreux, assez fin. En la comparant à la météorite de Tourinne, dont la roche est fort semblable, bien que d'aspect plus menu, on peut croire que celle de Lesve est une de ces météorites pierreuses, contenant relativement peu de fer (oligosidères) et classées sous le nom de chondrites. »

M. A. Renard, qui du reste s'était rendu à Lesve dès que la nouvelle de la chute fut publiée par les journaux, mais qui arriva trop tard malheureusement pour empêcher le pitoyable coup de marteau qui détacha le gros fragment présenté à la séance d'aujourd'hui et diverses autres esquilles, put du moins, grâce à l'étude de ces dernières, faire quelque essais chimiques préliminaires et obtenir la détermination lithologique de cette pierre. Les résultats sommaires de ces premières observations ont été publiés par lui dans le numéro du 30 avril 1896 de *Nature*. Dans un article intitulé: LITHOLOGIE, *Notice préliminaire sur la météorite de Lesve* et publié pages 654-665 dans le numéro 6 du 31 avril 1896 du *Bulletin de l'Académie royale des Sciences de Belgique*, M. le professeur A. Renard a ensuite procédé à l'étude et à la description du fragment principal de 1360 grammes de la météorite de Lesve.

Dans son étude de la « forme externe et de la croûte de fusion », il dit que la forme générale de la pierre est celle d'un fragment détaché d'une roche, sans direction de cassure déterminée. Après avoir signalé que toutes les arêtes de la météorite (dont la figure est donnée page 656 du *Bulletin de l'Académie*) sont émoussées, il fait observer que la croûte de fusion est mate, plus ou moins rugueuse suivant les faces qu'elle recouvre. Cette météorite, dit-il, est *orientée*; elle présente des sillons d'érosion et des filaments de fusion qui indiquent la situation du bloc pendant le trajet atmosphérique. L'auteur ajoute ici en note qu'il peut

rester quelque incertitude quant à cette orientation, car, dit-il, nous ne connaissons pas quels étaient les caractères de la face qu'on avait mutilée avant notre arrivée à Lesve.

Cependant, dit-il ensuite, à en juger par les petits fragments avec croûte, débris de la grande esquille détachée au marteau, on peut dire que la face dont il s'agit ressemble à celle de la partie dorsale. L'auteur ajoute que dans le croquis qu'il donne de la météorite, la face dont la croûte a été enlevée est tournée du côté opposé au spectateur.

M. Renard distingue dans la météorite une partie centrale et une partie dorsale. La première est formée par des faces *nouvelles*, dont la forme actuelle arrondie, ou les dépressions, sont dues à la fusion et à l'affouillement de leurs surfaces, exercées par les tourbillons gazeux et aux esquilles détachées pendant la chute. Ces faces, dit-il, ont subi un maximum d'ablation.

Il fait remarquer des sillons de fusion rayonnant de la base convexe de la météorite, et qui montrent une orientation générale opposée à la direction suivant laquelle la pierre a dû se mouvoir en tombant. Quant aux faces *anciennes*, elles sont plus planes, mais aussi un peu plus rugueuses que les précédentes; elles n'ont pas de dépressions, et l'orientation des sillons et des filaments de fusion y apparaît plus vaguement. La rugosité des faces anciennes de la partie dorsale est, dit M. Renard, due en partie aux chondres non fusibles qui sont restées en relief, et elle est due surtout au fait que les filaments de fusion n'ont pas subi l'orientation et l'étirement qui s'observent sur les faces nouvelles.

M. Van den Broeck montre que cette distinction en faces anciennes planes et rugueuses et en faces nouvelles — avec les caractères de la fusion, de l'ablation et de la présence de filaments de fusion — se retrouve bien caractérisée dans le gros fragment encore non décrit qu'il exhibe à ses collègues.

Deux des faces voisines du fragment polyédrique qui complète en grande partie la masse figurée par M. Renard, montrent nettement le caractère des faces anciennes, planes mais rugueuses, tandis que l'une des deux autres faces encroûtée noire montre une orientation très nette et en sillons parallèles, de filets de fusion assez accentués. Enfin, l'autre face est irrégulièrement creusée et affouillée par détachement net d'esquilles pendant le phénomène de fusion de la croûte.

Il serait intéressant, pense M. Van den Broeck, de juxtaposer dans sa position primitive le fragment qu'il exhibe, en le réunissant à la pièce principale décrite, et dans le but d'étudier d'une manière plus complète

qu'a pu le faire M. Renard, la question d'orientation pendant la chute.

Par suite de l'examen microscopique qu'il a fait de la météorite de Lesve, M. Renard n'a pu que confirmer absolument l'impression qui s'est dégagée de la part de tous ceux qui l'ont examinée au premier abord, que l'on avait ici affaire à une météorite du groupe bien connu des chondrites. C'est d'ailleurs ce qu'a confirmé également l'analyse chimique de la météorite qui a été faite par M. le Dr Stöber. Le poids spécifique, à 20° centigrades, est 3,575.

Passant à la description microscopique détaillée de la météorite de Lesve, M. A. Renard, dans sa note à l'Académie, passe successivement en revue les divers éléments constitutifs de cette roche : l'olivine, la bronzite formant les chondres, la maskelynite (?), le fer nikelifère et cobaltifère, la troïlite et la chromite.

L'auteur termine sa note préliminaire en étudiant la micro-structure de la croûte de fusion, et il y retrouve les trois zones : de fusion, intermédiaire et d'imbibition, caractéristiques de la croûte des chondrites en général.

Dans l'annonce qu'il a faite à l'Académie de la présentation ultérieure d'un mémoire détaillé et avec figures à l'appui, l'auteur dit qu'il exposera les conclusions auxquelles il a été amené pour interpréter le mode de formation des pierres météoriques du groupe auquel il rattache l'échantillon de Lesve, et déjà il signale qu'il envisage la structure de la pâte des chondrites comme produite par *cataclase*.

La communication qui a été faite à la Société, par M. A. Renard, à la séance du 30 mars 1897, et qui se trouve insérée dans les *Procès-Verbaux des séances* (pp. 61-65) du tome XI (1897) de notre BULLETIN sous le titre : *Recherches sur le mode de formation des météorites pierreuses* (chondrites), a déjà fourni d'intéressants arguments en faveur de cette thèse. Au lieu d'avoir une origine pyroclastique, c'est-à-dire qui serait due à l'agglomération de particules volcaniques extra-terrestres, réunies à la manière des tufs, par exemple, les météorites pierreuses du type des chondrites auraient, alors qu'elles faisaient encore partie du corps cosmique dont elles représentent aujourd'hui les débris, été soumises à des actions de métamorphisme dynamique. L'examen microscopique de la météorite de Lesve a encore confirmé M. Renard dans cette opinion, qui ouvre des horizons nouveaux et permet d'établir une analogie de plus entre les météorites et les roches terrestres.

Après cet exposé des résultats des études de M. Renard et le rappel qui l'avait précédé des articles de MM. Lancaster et Fournier, il semble

utile à M. Van den Broeck d'ajouter quelques mots, tant sur la chute elle-même que sur les circonstances qui l'ont précédée.

Les chutes authentiques de météorites sont d'ailleurs tellement rares en Belgique, qu'il y a grand intérêt à exposer en détail, chaque fois que cela est possible, les données relatives à ce genre de phénomène, lorsque l'observation a pu en être faite dans de bonnes conditions.

Pour ce qui concerne les circonstances qui précédèrent la chute de la météorite de Lesve, M. Van den Broeck ne peut que renvoyer le lecteur à l'article précité de *Ciel et Terre*, et qui fait observer que depuis un mois déjà avant la date de la chute, on avait observé un nombre tout à fait inusité de bolides.

Dans un relevé statistique s'appliquant exclusivement à l'Europe occidentale et à l'Algérie, l'article de *Ciel et Terre*, publié par M. Lancaster, énumère cinq observations de bolides faites en novembre 1895, sept en décembre, cinq en janvier 1896, quatre en février, dont la fameuse météorite dite de Madrid, du 10 février dans la matinée, deux en mars et deux en avril.

Cette énumération, tout incomplète qu'elle ne peut manquer d'être, dénote que la Terre, pendant cette période, traversait une région céleste remarquablement sillonnée de ces météores. La météorite de Lesve, tombée le 13 avril, peut donc être considérée comme faisant partie du vaste essaim sporadique de débris cosmiques rencontrés par notre globe pendant l'hiver 1895-1896.

Passant au phénomène de la chute elle-même, M. Van den Broeck fait observer que les renseignements qu'il a obtenus par correspondance et ceux qu'a recueillis sur place M. le conservateur Klement, du Musée de Bruxelles, confirment, en tous points, les détails fournis par D. G. Fournier dans sa note en partie reproduite au début de la présente communication.

La matinée du 13 avril 1896 fut caractérisée par un ciel couvert et par un temps froid amenant le jeu caractéristique des giboulées, avec chutes pluviales et grelons en alternances, que les habitants de nos contrées connaissent de longue date.

Comme le signale Dom G. Fournier, c'est vers 7 $\frac{1}{2}$ heures du matin, à un moment où aucune précipitation atmosphérique ne se faisait sentir, qu'un bruit inusité et assez violent se fit entendre à Lesve, commune d'environ 1500 habitants (altitude 263 mètres), située à 8 kilomètres au S.-E. de Fosses et à 15 kilomètres au S.-W. de Namur.

Les habitants ont décrit d'une manière en somme peu différente, leurs impressions au sujet de l'audition du bruit. Pour les uns, comme

le dit M. Fournier, c'était comme un violent roulement de chariots. Pour les autres, plus éloignés du point de chute, comme la femme dont parle l'auteur précité, le bruit fut assimilé à celui d'une maison qui s'écroule.

L'impression qui a été notée de l'effondrement d'une maison « dont toutes les tuiles se briseraient » fournit l'indication d'un son élevé et clair. D'autres encore ont comparé ce bruit à celui que ferait une décharge de mousqueterie tirée sans trop d'ensemble.

Le fils Pochet travaillait en ce moment dans le verger de son père, cabaretier du village, et c'est dans ce verger, et à environ 10 mètres de lui, que vint s'enfoncer dans le sol la météorite qui nous occupe.

Pour le fils Pochet, il y eut l'impression d'un bruit violent mélangé de sifflement; il compara cette impression auditive au bruit et au sifflement de plusieurs trains de chemin de fer marchant à toute vapeur. La chute de projectile céleste ne fut pas perçue par M. Pochet fils, et ni lui ni aucun autre habitant du village n'observèrent de vapeur ou de trace ou impression lumineuse. Ce ne fut même qu'après un quart d'heure d'effarement et de crainte bien légitimes que M. Pochet, ayant repris son travail, remarqua un trou creusé profondément dans un sentier du verger.

Si l'on passe au trajet souterrain du projectile aérien, on constate que la force de pénétration devait être assez grande pour que la terre durcie du sentier, infiniment moins meuble, par conséquent, que le sol naturel, n'ait pas empêché l'aérolithe de se loger à 40 centimètres de profondeur. Le trou, absolument net, était dirigé un peu obliquement. Il a été publié que c'est dans le choc contre la terre durcie du sentier que des éclats de la pierre aérienne ont dû sauter, mais c'est là une erreur. La météorite a été retirée intacte et entièrement recouverte de sa croûte noire de fusion, sans toutefois qu'aucune mention ait été faite par ceux qui l'ont exhumée, d'un état de température pouvant attirer l'attention.

L'aérolithe intacte pesait 2 kilogrammes, et c'est un assez fâcheux, mais compréhensible sentiment de curiosité qui a fait détacher de la pierre, d'un coup de marteau, un gros fragment accompagné d'esquilles, et dont la pièce principale se trouve actuellement en possession de M. Van den Broeck et a donné lieu à la communication qui précède.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 28 JUIN 1898.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

E. WALIN. — **Du régime des fleuves en Chine.** (*L'aménagement et l'utilisation des eaux dans les régions de Péking, de Tien-Tsin et de Shanghai-Hankow.*)

M. l'ingénieur des ponts et chaussées *E. Walin* a publié, au retour de sa mission en Chine, dans les *Annales des travaux publics de Belgique* (juin 1898), une étude sur *l'Aménagement et l'utilisation des eaux dans les régions de Péking, de Tien-Tsin et de Shanghai-Hankow*, d'où nous extrayons les renseignements suivants sur le régime des eaux en Chine :

Au cours de sa mission, M. Walin a été frappé de l'importance des inondations périodiques, du mauvais état des voies navigables et de l'énorme quantité de matières que charrient les eaux, en toute saison, dans cet immense pays. Dans les limites du temps très court et des moyens d'investigation très faibles dont il disposait, il a recherché les causes d'un état de choses si calamiteux et les remèdes à y apporter.

Quatre fleuves principaux parcourent la Chine : au Nord, le Peï-ho, qui se jette dans le golfe du Pet-chi-li à Takou; au Sud, le Si-Kiang, qui se jette dans la mer de Chine, près de Canton; au centre, le Hoang-ho, ou fleuve Jaune, et le Jang-Tse-Kiang, ou fleuve Bleu.

Ces fleuves prennent tous leur source dans les montagnes de l'Ouest; l'origine des deux grands fleuves du centre remonte jusque dans les régions inexplorées de la haute Asie. Après un très long parcours en forte pente en terrains de toute nature, roches primaires, sables, argile jaune, etc., ces fleuves viennent répandre leurs eaux boueuses dans la plaine immense que forment leurs deltas, non sans avoir reçu de nombreux et importants affluents au cours torrentiel.

Dès l'instant où elles quittent la région montagneuse, les eaux passent des vallées encaissées dans des vallées très larges, à pentes plus faibles, où elles perdent immédiatement leur grande vitesse et deviennent incapables de rouler ou de porter encore les galets, les graviers et la totalité des sables et des boues recueillis sur leur passage; elles déposent alors leurs cailloux d'abord, les éléments plus petits ensuite, et s'en vont au loin, dans la plaine, chargées de sable fin et d'argile aune, que la force d'impulsion leur permet encore de porter.

Un fait bien connu, c'est que les fleuves de Chine portent jusqu'à 150 kilomètres en mer les sables et les argiles enlevés à leur bassin alimentaire.

A la sortie des montagnes, les galets déposés ont formé, à une époque géologique très lointaine, ce que l'on appelle un cône de déjection.

Les eaux ont coulé d'abord à la surface de ce cône, en divaguant, et ont fini par se creuser un lit peu profond, en même temps que, d'année en année, le cours s'allongeait dans le sens de la plus vive impulsion des eaux. Le lit de déjection, en s'allongeant, s'est exhaussé, car à l'allongement correspond une diminution de la pente et de la puissance d'entraînement. Ainsi, petit à petit, les lits des cours d'eau de la Chine, abandonnés à eux-mêmes, s'élèvent jusqu'au-dessus des terres riveraines, et à chaque crue les eaux menacent de faire irruption dans les plaines voisines. Ce perpétuel danger a amené les Chinois à construire des digues de protection, destinées à contenir les eaux les plus menaçantes. Ces digues sont plus ou moins hautes et placées à des distances plus ou moins grandes du lit mineur des rivières, selon l'importance de celles-ci.

Les endiguements du Hoang-ho sont les plus remarquables. Des levées maîtresses en argile sont établies des deux côtés du fleuve, à des distances variant de 2 à 15 kilomètres des rives du lit mineur, dont la largeur n'est que de 1 000^m à 2 000 mètres dans la région de Honan à Kai-fong-fou, où pourtant toutes les eaux du bassin d'amont sont concentrées. Les digues principales sont souvent consolidées par des contre-digues qui s'appuient elles-mêmes sur des levées secondaires.

En amont de Kai-fong-fou, les digues principales ont de 2^m,50 à 15 mètres de hauteur, selon le relief du sol et le niveau des plus hautes eaux. L'espace compris entre les digues est divisé, par les contre-digues, en de nombreux compartiments où s'arrêtent les eaux d'inondation et où les agriculteurs sèment leur grain et moissonnent entre deux crues.

Malheureusement ces digues n'ont pas été établies à des distances rationnelles du fleuve, de manière à proportionner en chaque point la section libre au volume d'eau à écouler et à la vitesse du courant.

Des atterrissements se forment dans les parties trop larges et, d'autre part, les digues sont affouillées dans les parties trop étroites; les produits de ces affouillements et les apports des eaux provoquent le relèvement du fond, accentuent les divagations de la rivière et la rendent de plus en plus impropre à la navigation.

Les digues deviennent bientôt trop basses et leur surhaussement s'impose à mesure que se relève le lit du cours d'eau.

La différence de hauteur entre le niveau fluvial et celui des plaines basses s'accroît en proportion ; plus on élève les digues et plus le fleuve est menaçant ; qu'une crevasse se forme, et les flots boueux envahissent les contrées basses, détruisant les moissons, mettant en péril des milliers d'existences, renversant tout sur leur passage et modifiant à la fois le système hydrographique de la plaine en même temps que sa composition géologique.

Élisée Reclus rapporte dans sa *Géographie universelle* qu'en 1851, le fleuve Jaune (Hoang-ho) s'ouvrit une brèche de 1 1/2 kilomètre de largeur à travers ses digues. Pendant deux ans, le fleuve, qui jusque-là avait coulé vers le Sud-Est, erra dans les campagnes et chercha une voie vers le Nord. En 1853, le changement devint définitif. Le fleuve Jaune, à partir de ce moment, coulait vers le Nord-Est ; son embouchure s'était déplacée, du Sud au Nord, de 900 kilomètres.

« Mais, lit-on dans le même ouvrage, la plupart des villages voisins furent changés en monceaux de ruines, les cités furent désertées, les champs devinrent des jachères. Le changement de cours du Hoang-ho fut un double désastre : d'un côté, les eaux avaient noyé les terres fertiles ; de l'autre, elles avaient abandonné des campagnes qui ne peuvent rien produire sans irrigations et qui devaient toute leur richesse et leur population aux canaux fertilisants dérivés du fleuve. »

Ainsi, tandis que les crues des grands fleuves chinois constituent une calamité pour le pays, par suite de l'incurie et de l'incapacité des habitants, les crues du Nil, au contraire, portent la richesse sur leur parcours, grâce à la répartition rationnelle de leurs eaux fécondantes sur la terre d'Égypte, par des canaux d'irrigation établis suivant les règles de l'art de l'ingénieur.

Il est juste de reconnaître que les Chinois ont parfois creusé des canaux de dérivation pour porter au loin le trop-plein des eaux de crue vers l'une ou l'autre des contrées marécageuses ou lacustres situées au Nord du Jantzé-Kiang. Dans ses mémoires concernant l'histoire des Chinois, Amiot rapporte « qu'en 1780, l'empereur Kienlong fit creuser, en quinze mois, un canal de 100 kilomètres de longueur, qui rejetait la moitié du Hoang-ho dans le lac Hangtzo ».

Les travaux de l'espèce sont rares et ne peuvent être utiles que dans des cas exceptionnels. Si, par exemple, la rupture d'une digue se produit à quelque distance en amont de l'entrée du canal de dérivation, celui-ci devient sans effet utile, car la plaine en aval est en communi-

cation avec les contrées basses inondées par la brèche d'amont. Le canal de dérivation ne sert donc que pour les riverains d'aval et seulement à condition qu'aucune rupture de digue ne survienne en amont.

Étudiant alors tout spécialement le régime du Peï-ho, M. l'ingénieur Walin recherche les moyens propres à remédier aux inondations.

Ces travaux peuvent se résumer comme suit :

Dans la région des montagnes : Réduire par tous les moyens possibles les affouillements et, par suite, les apports solides de la rivière dans la plaine, apports qui surélèvent le lit du cours d'eau et rendent celui-ci de plus en plus dangereux. Les principaux remèdes préconisés sont : défendre les berges et le lit de la rivière et de ses affluents à l'aide de perrés, plantations, gazonnages, clayonnages, etc. ; établir des barrages dans les affluents secondaires, de manière à diminuer les pentes, ralentir les eaux, provoquer des dépôts et substituer, de la sorte, au lit torrentueux, une série de chutes séparant des pentes douces où l'érosion devient insignifiante ; là où la chose est possible à peu de frais, établir des canaux d'irrigation qui prennent l'eau boueuse à la rivière et la lui restituent limpide après avoir laissé déposer les matières en suspension.

Dans la plaine : Établir un lit mineur à digues basses, suivant les meilleurs principes adoptés en pareil cas, à courbes graduées, à largeurs réduites dans les parties droites, à sections calculées de manière à conserver partout aux eaux la vitesse moyennant laquelle elles restent capables de transporter, en temps ordinaire, les matières qui leur arrivent des régions plus élevées, et, en temps de crue, les matières amenées du haut et celles enlevées par le creusement lent et graduel du fond dans la plaine ; relier ces digues basses par des digues transversales aux digues hautes qui s'élèvent actuellement à grande distance du fleuve. Ces digues qui, par leur vice de construction, résistent mal aux forts courants, ne seraient plus ainsi directement exposées aux eaux d'inondation ; ménager dans chaque compartiment, compris entre deux digues transversales, une passe, de manière qu'en temps de crue le niveau des eaux soit le même des deux côtés de la digue basse, afin que celle-ci n'ait à résister ni à la pression, ni aux funestes effets d'un débordement par-dessus sa crête ; l'eau dans ces compartiments sera à l'état de repos, y déposera en partie ses matières de transports, engraissera le lit majeur en le surélevant de plus en plus. Par ce fait et par suite de l'épuration des eaux qui deviennent plus aptes à transporter les matériaux d'affouillement, le lit mineur doit s'approfondir.

M. l'ingénieur Walin cite encore divers autres travaux, entre autres

le remaniement du bas cours de certains affluents dans le but de diriger le courant le plus faible dans le même sens que le courant le plus fort, de manière à établir un confluent à angle aigu, ce qui n'a pas toujours lieu dans l'état actuel.

Travaux d'aval. — M. l'ingénieur Walin propose ensuite divers travaux pour la partie aval du fleuve. Plusieurs sont spéciaux au Peï-ho qu'il a étudié tout particulièrement; ces travaux visent surtout la navigabilité du fleuve.

Afin de pouvoir juger de l'importance des dépôts et des pluies, M. Walin a inséré dans son travail deux tableaux. Le premier donne les *moyennes des matières contenues dans 1 litre d'eau du Peï-ho à Tien-Tsin* et les *hauteurs d'eau*. Le second, les *hauteurs moyennes des pluies de Tien-Tsin*.

Du premier de ces tableaux résulte que les eaux du Peï-ho charriaient en juin et juillet 1896, 30 kilogrammes de matières solides par mètre cube, alors que les eaux de la Senne (observations faites en 1875), après avoir reçu les produits des égouts de l'agglomération bruxelloise, charrient, à l'aval de Bruxelles, 1 1/2 kilogramme par mètre cube.

Le second tableau apprend que la quantité d'eau tombée annuellement à Tien-Tsin fut de 390 millimètres en 1895, et de 597 millimètres en 1896, tandis que le seul mois de juillet 1897 donna 202 millimètres.

A Bruxelles, la moyenne mensuelle, calculée sur la période de 1833 à 1896, ne dépasse pas 80 millimètres. Toutefois, le mois d'août 1850 donna 206 millimètres, et le mois de décembre 1880 fournit 150 millimètres; ces pluies exceptionnelles occasionnèrent les plus fortes crues observées en Belgique.

On jugera, par cette comparaison, de l'importance de la crue provoquée dans le bassin du Peï-ho par les pluies de juillet 1897. Le tableau des observations montre que si la moyenne de pluie annuelle est moindre à Tien-Tsin qu'à Bruxelles, les écarts entre les moyennes mensuelles à Tien-Tsin sont fort considérables.

Pour 1896, les moyennes mensuelles les plus faibles sont à 0 millimètre, 2 millimètres, 5 millimètres, 8 millimètres, et les plus fortes 110 millimètres, 141 millimètres, 147 millimètres.

En somme, les pluies sont plus rares, mais beaucoup plus copieuses en Chine qu'en Belgique; les inondations y sont conséquemment plus désastreuses.