

SÉANCE MENSUELLE DU 19 FÉVRIER 1908.

Présidence de M. H. de Dorlodot, président.

La séance est ouverte à 16 h. 30 (35 membres sont présents).

Décès.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous avons le regret d'annoncer à nos Confrères la mort de deux de nos membres effectifs.

M. Albert Lancaster, directeur du Service météorologique à l'Observatoire royal, membre de l'Académie royale des Sciences, un de nos très anciens membres, avait publié sous les auspices de la Société « La pluie en Belgique », volume accompagné de l'admirable carte pluviométrique au 400 000^e, monument de la plus haute importance pour les études hydrologiques, qui est constamment demandé.

En ouvrant la séance, nous avons appris le décès de M. Alfred Habets, membre fondateur de notre Société, professeur à l'Université de Liège. Nous adressons à ses fils nos condoléances très vives.

Adoption du procès-verbal de la séance mensuelle de janvier.

Ce procès-verbal est adopté sans observation.

Correspondance.

1. M. Malaise s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

2. L'Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix-en-Provence célébrera le centenaire de sa reconstitution le 9 avril prochain.

Elle serait honorée d'y recevoir les délégués de notre Société.

3. Le 7 décembre 1907 s'est fondée la « Société géologique de Vienne ».

Cette nouvelle Société, en annonçant à la nôtre sa formation, espère

entretenir avec elle des rapports amicaux et échanger ses publications.

La circulaire est signée de MM. Uhlig et F.-E. Suess.

4. M. Keilhack, directeur technique du *Geologische Centralblatt*, demande avec instance qu'un de nos membres se charge de résumer pour cette publication les articles parus dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie*, dans les tomes 1906 et 1907.

5. M. Martel adresse à la Société *L'Évolution souterraine*. M. Mathieu accepte d'en faire le compte rendu.

6. Catalogues des librairies Dunod et Pinat, de Paris; Fock, de Leipzig; Lüneburg, de Munich, et Schweizerbart, de Stuttgart.

Présentation de nouveaux membres.

Sont élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

M. J. Bertrand, géographe, 5, rue Marianne, à Uccle, présenté par MM. van den Broeck et Rutot.

Le Musée géographique scolaire annexé à l'École normale d'Instituteurs de Charleroi (délégué : M. le conservateur Bertrand), présenté par les mêmes.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

5448. ... *Festschrift zur Erinnerung an die Eröffnung des neuerbauten Museums der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt am Main am 15. Oktober 1907*. Francfort, 1907. Volume in-4° de 75 pages et 12 planches.

5449. ... *Annual Report on the Mineral Industries of Canada for 1905. (Section of Mines.)* Ottawa, 1907. Volume in-8° de 177 pages et 7 planches.

5450. ... *Summary Report of the Department of mines Geological Survey for the calendar year 1907*. Ottawa, 1908. Volume in-8° de 132 pages.

5451. Agassiz, Al. *An address at the opening of the geological section of the Harvard University Museum. (June 12, 1902.)* Cambridge, 1902. Brochure in-8° de 18 pages et 1 planche.

5452. Briquet, A. *Sur les relations des sables à lignites du Rhin et des terrains tertiaires marins*. Lille, 1907. Extrait in-12 de 12 pages et 3 figures.
- 5453 Cairnes, D. D. *Moose Mountain District of southern Alberta*. Ottawa, 1907. Extrait in-8° de 55 pages, 3 planches et 2 cartes.
5454. Dowling, D. B. *Report on the Cascade coal Basin Alberta*. Ottawa, 1907. Extrait in-8° de 40 pages, 10 planches et 8 cartes.
5455. Ellis, R. W. *Report on the geology and natural resources of the area included in the northwest quarter-sheet, number 122 of the Ontario and Quebec series comprising portions of the Counties of Pontiac, Carleton, and Renfrew*. Ottawa, 1907. Extrait in-8° de 75 pages et 1 carte.
5456. Fliegel, G. *Eine Angebliche alte Mündung der Maas bei Bonn. Beobachtungen über die Beziehungen der pliocänen und diluvialen Flussaufschüttungen von Maas und Rhein*. Berlin, 1907. Extrait in-8° de 9 pages.
5457. Fliegel, G. *Die Niederrheinische Braunkohlenformation*. Halle, 1907. Extrait in-4° de 14 pages et 2 figures.
5458. Heim, A. *Der Bau der Schweizeralpen*. Zurich, 1908. Extrait in-4° de 26 pages, 1 planche et 9 figures.
5459. Hoffmann, G. C. *Report of the section of chemistry and mineralogy*. Ottawa, 1906. Extrait in-8° de 71 pages.
5460. James, W. — *Louis Agassiz. (Works spoken at the Reception of the American Society of Naturalists by the President and Fellows of Harvard College at Cambridge on december 30, 1896.)* Cambridge, 1897. Brochure in-8° de 12 pages.
5461. Martel, E. A. *L'Évolution souterraine*. Paris, 1908. Volume in-8° de 388 pages et 80 figures.
5462. Murlon, M. *La documentation géologique*. Bruxelles, 1907. Extrait in-4° de 4 pages et 4 figures.
5463. Poole, H. S. *The Barytes Deposits of Lake Ainslie and North Cheticamp N. S., with notes on the Production, Manufacture and Uses of Barytes of Canada*. Ottawa, 1907. Extrait in-8° de 47 pages.
5464. Reid, Cl., and El. M. Reid. *On the preglacial Flora of Britain*. Londres. Extrait in-8° de 22 pages et 5 planches.
5465. Wilson, M. E. *Geological Map of a group of Townships adjoining Lake Timiskaming^e county of Pontiac (Quebec)*. Ottawa, 1907. Carte au $\frac{1}{426\ 720}$.

4702 (suite). **Carez, L.** *La géologie des Pyrénées françaises*. Fascicule III : *Feuilles de Bagnères-de-Luchon et Saint-Gaudens*. Paris, 1905. Volume in-4° de 685 pages et 5 planches; Fascicule IV : *Feuilles de l'Hospitalet, Foix et Pamiers*. Paris, 1906. Volume in-4° de 759 pages et 8 planches.

Communications des membres :

A.-L. MARCHADIER. — Contribution à l'étude des appareils de préfiltration dits dégrossisseurs.

Si l'on verse, dans une série de tamis à mailles de plus en plus petites, de l'eau contenant en suspension des matières solides, variées de calibre et de nature, chacun de ces tamis retiendra une partie de ces matières qui se trouveront ainsi séparées suivant leurs dimensions respectives. Il semble donc, de prime abord, que l'eau, à la fin de son parcours, s'en trouvera épurée, et cela d'autant plus que les mailles des tamis auront été tressées plus étroites, ou iront en se rétrécissant davantage par le seul fait des dépôts successifs. Mais, en réalité, il n'en est pas tout à fait ainsi, car, dans ces dépôts, qui peu à peu viennent obturer les hiatus des mailles, les matières, qui dans leur état primitif étaient en mouvement et séparées par les molécules liquides, viennent, par suite de la cessation de ce mouvement et par leur juxtaposition, créer des conditions nouvelles. Or, on va le voir, ces conditions nouvelles jouent un rôle capital, tant au point de vue de l'écoulement de l'eau qu'à celui de sa purification.

Je m'empresse de dire que les faits que je vais relater n'ont pas été observés au cours d'essais factices exécutés au laboratoire à l'aide d'appareils de dimensions réduites. J'ai constaté ces faits et je les ai consignés au jour le jour, pendant la marche des appareils dégrossisseurs qui sont interposés, dans la station filtrante du Mans, entre l'eau brute qui vient de la rivière et les bassins filtrants proprement dits. Il y a là quatre séries de ces appareils (1). Chaque série se compose de quatre éléments et chaque élément est constitué par un vaste bassin rectangulaire, cimenté, muni d'un double fond, l'un représenté par le radier du bassin, l'autre par une tôle perforée. C'est sur ce dernier

(1) A.-L. MARCHADIER, *Le nouveau service d'eau potable au Mans*, pp. 19 et suivantes. Le Mans, 1907.

fond métallique rigide que vient reposer une couche de cailloux dont les interstices représentent les mailles d'un tamis. Comme dans la série des tamis à laquelle j'ai fait allusion plus haut, la dimension des cailloux, et par suite celle des interstices, diminue du premier au quatrième élément, et l'eau sort par ce dernier après être entrée par le premier. (Voir les détails fig. 1.)

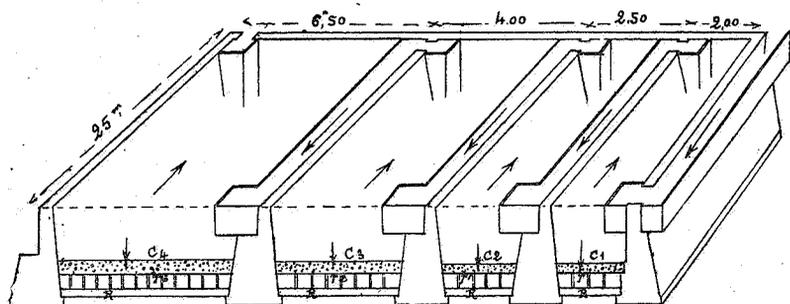


FIG. 1. — SÉRIE D'APPAREILS DÉGROSSISSEURS A QUATRE ÉLÉMENTS, POUVANT DÉBITER 5000 MÈTRES CUBES D'EAU PAR 24 HEURES.

R, radier.

T, T¹, T², T³, tôles supportant les couches de cailloux et perforées d'orifices ovalaires de 0^m003 × 0^m15 permettant le passage de l'eau.

C₁, couche de 0^m25 d'épaisseur, constituée par des cailloux de 0^m03 à 0^m04 de diamètre.

C₂, — 0^m25 — — — 0^m02 à 0^m025 —

C₃, — 0^m30 — — — 0^m01 à 0^m015 —

C₄, — 0^m35 — — — 0^m004 à 0^m006 —

Les flèches indiquent le trajet suivi par l'eau.

Sur le premier élément, la vague liquide dépose peu à peu, au fur et à mesure de son arrivée, des débris végétaux, des coquillages, des plumes d'oiseau; sur le deuxième, des déchets d'une ténuité plus grande; sur le troisième et le quatrième, des trainées vaseuses, des graines, des spores, des germes microbiens. Cela, pendant la première phase de la vie des dégrossisseurs. Cette phase dure de cinq à dix jours environ, suivant les saisons; elle est caractérisée par ce fait que, pendant ce laps de temps, *les dégrossisseurs clarifient l'eau sans la purifier* : leur élimination bactérienne reste nulle.

Pendant une seconde phase, de durée extrêmement variable, mais qui semble cependant décroître à mesure qu'augmente l'ancienneté de service des dégrossisseurs, *ces derniers, non seulement améliorent la limpidité de l'eau, mais encore lui font subir une réduction bactérienne qui s'élève de 10 jusqu'à 60 % en moyenne.*

Enfin, dans une dernière phase, *l'eau, en traversant les dégrossisseurs,*

se clarifie et se contamine. Il n'est pas rare alors d'observer à la sortie un titre microbien deux fois plus élevé qu'à l'entrée, et, si l'on se trouve au moment d'une crue, l'eau dégrossie contiendra, au bout de quelques jours, beaucoup plus de matières organiques dissoutes qu'elle n'en possédait à l'état d'eau brute (1).

Cette variété d'attitude des dégrossisseurs, dans un temps qui peut devenir parfois très court, montre que ces appareils, sous leur architecture très simple, cachent un mécanisme plus compliqué qu'on ne le suppose et qu'ils doivent être, dans une station filtrante, l'objet d'une surveillance constante (au point de vue bactériologique principalement). Or, en général, ces appareils sont peu surveillés. Comme ils délivrent une eau plus claire que celle qu'ils reçoivent, on ne peut supposer qu'à un moment donné ils deviendront le point de départ d'une contamination. De temps en temps, cependant, on fait leur toilette, mais (il faut bien le reconnaître) aucune règle vraiment raisonnable n'y préside : on les nettoie peut-être trop pour l'esthétique et pas assez pour l'hygiène. On comprendra ces torts mieux encore lorsqu'on aura l'idée des modifications profondes subies par le dégrossisseur dans chacune de ses trois étapes.

D'abord, que se passe-t-il au cours de la première étape? Un simple dépôt de matières en suspension, sur le lit de cailloux; puis le dépôt s'épaissit peu à peu et, sous l'influence de la vase entraînée, ses diverses parties se soudent et se fixent. On se trouve alors en présence d'une couche à peu près homogène, d'une certaine consistance, et d'un pouvoir de rétention bien supérieur à celui des cailloux recouverts. On dit que le dégrossisseur est constitué : il est mûr pour sa deuxième étape.

Au début de cette deuxième étape, on remarque, çà et là, des touffes glauques plus ou moins épaisses et plus ou moins nombreuses, suivant les saisons et la nature des eaux, qui font saillie sur le colmatage précédemment décrit : ce sont des algues vertes qui prennent naissance. Sur cette couche nutritive, elles grandissent rapidement et leurs filaments ne tardent pas à former des réseaux étroits sur lesquels se déposent matières vaseuses et germes microbiens. A ce moment, le dégrossisseur filtre à la fois par le moyen des filaments de ses algues et par sa couche de colmatage. *L'écoulement de l'eau se fait plus lent par*

(1) Même observation faite par L. Marcotte et mentionnée dans les *Annales de l'Observatoire de la ville de Paris*, 1905, t. VI, fasc. IV, p. 399.

suite de la résistance de cette dernière couche, résistance qui augmente encore au fur et à mesure que du carbonate de chaux se dépose sous l'influence de la fonction chlorophyllienne des algues. Toutes les conditions sont donc remplies pour obtenir une bonne filtration. Aussi le dégrossisseur développe-t-il le maximum de son action : *il clarifie l'eau et il la purge d'une partie de ses bactéries.*

Mais au bout d'un certain temps, et malgré l'influence de causes destructrices nombreuses, il se trouve sous les algues et sur et dans le colmatage une prodigieuse masse de microbes arrêtés. Ceux de ces derniers qui rencontrent là un milieu impropre disparaissent. Mais la plupart s'adaptent vite, sur ces couches riches en matières organiques, à ce nouveau milieu qui est pour beaucoup un véritable milieu d'élection au sein duquel ils prolifèrent avec abondance. Ces microbes, qui se multiplient à l'obscurité dans ces couches vaseuses, sont ceux que l'on rencontre habituellement dans les fosses septiques. Ils produisent des liquéfactions analogues à celles qu'on observe dans ces fosses, et sous leur action désagrégeante, ainsi que sous l'influence non négligeable des diastases (1), d'origine animale ou végétale, qui peuvent être apportées par les dépôts mêmes, la partie inférieure du colmatage ne tarde pas à diffuser au travers des interstices des cailloux, à gagner la tôle perforée et le double fond. Là, un dépôt gélatineux d'un noir verdâtre s'accumule, et les zoogées dont il est garni sont baignées par l'eau dégrossie qui les entraîne en s'écoulant.

Je crois inutile d'insister sur la grandeur de la contamination qui se produit dans des cas semblables. On me répondra sans doute : Vous avez eu raison d'attirer l'attention sur ce point, mais tout le monde ne l'ignore pas, et, en outre, le remède est simple : Le dégrossisseur est sale, il suffit de le nettoyer. Or, comment nettoie-t-on un dégrossisseur ?

1° On bêche la couche de cailloux dans un courant d'eau ;

2° On fait des chasses d'eau dans le double fond.

Le remède est excellent, tout au moins satisfaisant, lorsqu'on se trouve en présence d'un appareil qui a peu fonctionné ou qui a fonctionné pendant la saison sèche. Mais si l'on dispose d'un appareil dont les cailloux ont déjà subi les assauts répétés des crues et surtout si les eaux sont cal-

(1) BEAUCHER, *Épuration biologique intensive des eaux résiduaires*, p. 48 (Thèse de Bordeaux, 1907) et L. MARCHADIER, *Contribution à l'étude des ferments solubles oxydants indirects*, p. 13 (Thèse de Paris, 1905).

caires (cas fréquent), ce nettoyage, au point de vue bactériologique dont il est ici question, est peu actif et ses effets sont éphémères. Voici pourquoi : Sous l'influence de la fonction chlorophyllienne des algues, l'acide carbonique de l'eau est décomposé et le carbonate de chaux, dissous dans cette dernière à la faveur de ce gaz, se précipite. En outre, au moment de la liquéfaction de la masse inférieure du colmatage, ce sel de chaux est entraîné dans les interstices des cailloux et il se fixe en partie sur ces derniers, en partie sur la tôle perforée ainsi que sur les parois du double fond. Là, il ne tarde pas à produire des incrustations de plus en plus profondes, à forme chagrinée, qui deviennent, pour les colonies de microbes, des abris à peu près parfaits. On a beau, en effet, laver à grande eau et retourner le gravier dans tous les sens, on ne réussit jamais à désagréger entièrement ce calcaire; jamais on ne peut expurger complètement ces cryptes minuscules qu'il a façonnées lentement dans la succession presque ininterrompue de ses dépôts. Aussi, plus un dégrossisseur est ancien, plus ses incrustations sont considérables et profondes et plus son nettoyage, tel qu'on le comprend actuellement, devient illusoire et superflu.

En pareille situation, néanmoins, tout n'est pas perdu. On se trouve, en effet, dans la possibilité de choisir entre trois solutions à prendre :

- 1° Employer, pendant un temps suffisamment long, le jet vigoureux d'une eau sous pression ;
- 2° Se servir de désincrustants ;
- 3° Renouveler la couche de gravier.

Et dans tous les cas, gratter puis goudronner les tôles et les trois autres parois du double fond. Il serait facile de mettre en relief la valeur de chacune de ces trois méthodes, mais ce serait là un travail inutile, car, dans la pratique, la première de ces méthodes, par sa grande supériorité au point de vue de la simplicité et de l'économie, est destinée à l'emporter invariablement sur les deux autres.

Discussion.

M. DE FAVAUGE. — M. Marchadier, tout en reconnaissant les services que rend le dégrossissage des eaux par les préfiltres, attache, je crois, une trop grande importance aux difficultés du nettoyage.

Si j'ai bien compris, M. Marchadier parle spécialement des préfiltres système Puech.

Il y a un autre système de préfiltre où ces difficultés ne sont pas grandes et où la régénération de la matière filtrante ne devient nécessaire qu'après beaucoup de temps.

Tous les systèmes de préfiltres ont ceci de commun qu'on dégrossit les eaux en les faisant passer par un ou plusieurs lits de gravier.

Ils diffèrent surtout quant au procédé de nettoyage.

Le système dont je veux dire quelques mots est celui de l'ingénieur H. Reissert, de Cologne, appliqué à Zurich par M. Peter.

J'ai eu l'occasion d'appliquer le même système à Vienne.

L'eau est filtrée par un lit de gravier fin dont la grosseur des grains augmente de la surface à la base. La surface du gravier est souvent couverte (comme à Zurich et à Vienne) d'une couche de 5 centimètres d'épaisseur de gros sable.

La vitesse de filtration varie de 40 à 100 mètres par vingt-quatre heures.

Le préfiltre est nettoyé d'après les besoins. Si l'eau est très chargée (par exemple après une forte crue), un ou deux nettoyages par vingt-quatre heures sont nécessaires; d'habitude on nettoie tous les deux jours.

Pour nettoyer le filtre, on renverse le courant de l'eau, c'est-à-dire qu'on fait passer l'eau de bas en haut à travers le filtre, et on introduit en même temps, sous le lit filtrant, par un réseau de petites conduites perforées, de l'air sous pression.

Par le passage de cet air chassé à la surface, les grains de gravier sont mis en mouvement et frottent les uns contre les autres. La vase qui s'est déposée sur ces grains, se détache et est entraînée par l'eau à la surface et de là à l'égout.

Après quinze à vingt minutes, l'eau qui s'écoule et qui était très chargée au commencement du nettoyage, devient presque claire, et on peut alors arrêter le nettoyage et remettre le préfiltre en marche.

Les quantités d'eau nécessaires pour ce nettoyage ne dépassent pas en moyenne 2 % du rendement total du filtre.

Ce nettoyage est très efficace et ce n'est qu'après de longues périodes (par exemple un an ou plus) qu'il est nécessaire d'enlever le matériel filtrant pour le laver, le passer au crible et le remettre ensuite en place.

Cette opération est surtout nécessaire pour faire un nouveau triage, car par les nettoyages réitérés les matières de diverses grosseurs finissent par se mélanger.

M. KEMNA a envoyé le résumé ci-dessous de sa communication :

Les progrès du filtrage; théorie et pratique.

L'utilisation, pour l'alimentation, des eaux du sous-sol p^éut donner lieu à des mécomptes tant pour la quantité que pour la qualité (cas de Breslau en 1906); les eaux superficielles peuvent être facilement jaugées et analysées. On a au moins une certitude : c'est qu'il faut toujours les tenir pour suspectes et par conséquent les épurer.

Le procédé le plus pratique est le filtrage au sable, appliqué en grand depuis 1829 et dont l'efficacité hygiénique est absolument démontrée par les statistiques hygiéniques. Les perfectionnements des dernières années ont visé à alléger la tâche et à régulariser l'activité du filtre par un traitement préalable : passage rapide par du gravier (dégrossisseur Puech-Chabal) ou du sable (préfiltrage de Peter, Zurich).

Les dimensions respectives des parcelles à retenir, quelques microns, et des espaces entre les graviers, soit 1 millimètre, démontrent l'inexactitude d'une action de tamisage comme celle exposée par M. Marchadier. C'est une action due à la nature poisseuse du recouvrement des grains.

Soit c cette force collante; les particules venant au contact seront retenues quand leur tendance à continuer leur mouvement sera moindre; on aura donc $c > mv$; si v augmente, m devra diminuer; on arrive donc au résultat paradoxal que l'augmentation de vitesse se traduira par la rétention des éléments les plus fins. L'expérience démontre que les résultats du dégrossisseur sont largement indépendants de la vitesse; le nombre des contacts est essentiel; la rétention bactérienne est parfois considérable. Par contre, l'amélioration chimique est fonction du temps.

A Suresnes, près de Paris, il y a quatre passages au gravier, un préfiltrage au sable et un filtrage final. L'effluent du préfiltre est bleu, celui du filtre final plutôt vert; probablement il n'y a plus aucune amélioration chimique par le deuxième filtrage, mais celui-ci agit surtout pour la rétention bactérienne. Ces faits sont importants; ils démontrent que les diverses actions du filtrage sont dissociables.

A Zurich, il est curieux de voir ce que le préfiltre enlève de vase à une eau paraissant aussi limpide que celle du lac.

Le point le plus important pratiquement est le nettoyage. Un courant

d'eau renversé met le sable en mouvement et les grains se nettoient par frottement réciproque. Cette action toutefois est insuffisante et Peter l'a supplémentée par une injection d'air.

Pour le gravier, le simple courant d'eau est forcément insuffisant; Chabal nettoie au jet d'eau avec la lance et remuage à la pelle. L'injection d'air donne ici également des résultats satisfaisants; le contact d'une bulle d'air équivaut à la mise à sec de la surface, et quand la bulle abandonne cette surface, l'eau s'y précipite avec une force d'impact suffisante pour remettre en suspension le dépôt faiblement adhérent. Il n'y a pas de nécessité d'injecter en même temps un courant d'eau ascendant; il suffit de soulever l'eau en maintenant le courant d'air; on évite ainsi les complications pour l'évacuation des eaux au-dessus du gravier.

L'usage des coagulants (principalement sulfate d'alumine) a été introduit dans la pratique industrielle par les filtres rapides dits « mécaniques » ou américains. Trieste et Alexandrie (Égypte) sont ainsi alimentés. Dans cette dernière ville, Bitter a employé pendant quelque temps le permanganate de potasse à raison de 1 kilogramme par 1 000 mètres cubes; des détails intéressants viennent d'être publiés dans un article de Bitter et Gottschlich. Le précipité produit enrobe les fines parcelles d'argile et les microbes, et permet un filtrage très rapide avec des résultats très satisfaisants à tous les points de vue. Les installations ont l'avantage d'être fort compactes.

Ces divers procédés ne donnent pas de l'eau absolument stérile, ce qui les a fait considérer avec défaveur par les hygiénistes théoriciens, surtout en France. Le Conseil supérieur de ce pays est quelque peu revenu de cette idée, mais la présence d'un seul *coli*, qualifié à tort de pathogène, dans un effluent, lui suffit pour condamner un filtre. Parfois de grandes installations travaillent ainsi à vide pendant des semaines consécutives. La même sévérité n'est pas appliquée aux eaux des sources. Ces exagérations ont naturellement entravé fortement le développement de l'hygiène pratique; elles ont cependant eu un bon côté, c'est de pousser les ingénieurs à faire tous leurs efforts pour se rapprocher de cet idéal.

Il y a, en effet, des procédés de stérilisation. L'ozonisation est le plus connu et existe en plusieurs variétés. M. Bergé a employé les composés oxygénés du chlore (procédé au peroxyde de chlore) agissant à l'état gazeux. M. Duyk a utilisé une intéressante réaction des sels sur le chlorure de chaux pour produire le corps à l'état liquide, pratiquement plus maniable et permettant mieux le dosage. Le chlorure de

chaux à 1^{kg}50 par 1,000 mètres cubes a été employé en janvier et février 1908 à Waelhem et les 100,000 microbes par centimètre cube ont été réduits à quelques centaines dans l'eau mise sur les filtres.

L'expérience constante de l'auteur est que le froid amène une forte recrudescence de colonies dans l'effluent d'un filtre, malgré tous les soins et indépendamment de la teneur microbienne de l'eau brute; mais l'expérience de septante années sur plusieurs millions d'habitants démontre aussi que cette forte teneur microbienne de l'effluent n'a aucune portée hygiénique. Une observation du professeur Chun (zoologie, Leipzig) dans l'expédition de la *Valdivia* sur la répartition des Péridinées du genre *Ceratium* dans les courants équatoriaux (CHUN, *Aus den Tiefen des Meeres*, 1903, p. 78), permet de donner l'explication. Le chimiste Ostwald a fait remarquer que les organismes flottants, pour se maintenir en suspension, ont à tenir compte moins de la densité, en somme peu variable, que de la viscosité (innere Reibung), qui varie de 2 % par degré. Ainsi dans un filtre, toutes les autres conditions et notamment la vitesse restant égales, un fort abaissement de température augmentant la viscosité de l'eau, doit augmenter dans la même proportion l'action de raclage et entraîner dans l'effluent une partie des microbes des dernières couches du filtre.

Discussion.

M. LARMOYEUX demande quelle est, au point de vue organoleptique, l'influence du chlorure de chaux et du permanganate.

M. DUYK. — Dans sa très intéressante conférence, notre collègue M. Kemna, parlant des procédés chimiques d'épuration et de stérilisation des eaux de surface, a fait allusion au système que j'ai imaginé à cet effet, et qui est basé sur l'action des produits de la réaction du chlorure de chaux sur un sel de fer ou d'alumine, en l'espèce, le chlore et l'oxygène actifs d'une part, agents stérilisateurs de premier ordre, et d'autre part l'hydrate d'alumine qui agit comme précipitant de la matière colloïdale d'origine toujours suspecte, en suspension dans toutes les eaux contaminées.

J'ai été très heureux d'apprendre de la bouche de notre distingué collègue que, durant la période assez longue de l'épidémie de fièvre typhoïde que notre pays vient de traverser, il avait, avec succès, appliqué mon procédé au traitement préalable des eaux destinées à la consommation de la ville d'Anvers. Le nombre des germes de toutes espèces, considérable dans l'eau brute, était de la sorte réduit

dans des proportions extrêmement importantes. L'analyse bactériologique ne décelait dans l'eau traitée pas plus de 100 colonies par centimètre cube. Envisagé en gros, ce résultat est certainement très beau. Cependant, et ceci dans le simple but de mettre les points sur les i, — ce qui est d'une importance capitale dans ce temps où la peur du microbe ne semble pas être le commencement de la sagesse, tout au moins dans certains milieux, — je tiens à faire remarquer qu'appliqué dans des conditions normales, le procédé dont je suis l'inventeur donne toujours de meilleurs résultats que ceux indiqués par M. Kemna. Outre qu'alors l'eau traitée est absolument et constamment exempte de toute espèce pathogène, elle ne contient jamais que quelques germes banaux, la réduction atteignant pratiquement 100 %.

Ce que je viens de vous exposer, Messieurs, a été de constatation journalière lors des expériences en grand auxquelles on a soumis ma méthode, tant dans notre pays qu'à l'étranger, et notamment à Paris et à Lyon, où elle a été l'objet d'investigations les plus sévères de la part des services hygiéniques de l'État et des villes. Toujours et partout, le procédé est sorti victorieux des épreuves et toujours l'on a dû reconnaître qu'il produit la stérilisation complète de l'eau, tandis que les substances qui interviennent dans les réactions s'éliminent après l'accomplissement du phénomène.

M. LÉON GERARD. — La communication que M. Kemna a bien voulu nous faire est trop importante et touche à trop de questions à l'ordre du jour constant de notre Section d'hydrologie pour que nous ne lui fassions pas les honneurs de la discussion.

Nous ne pouvons pas, vu l'heure avancée, entamer de débat approfondi sur la limite d'efficacité du filtre à sable dans la stérilisation des eaux ; je me bornerai à quelques remarques essentielles, en suggérant au Bureau d'examiner s'il ne peut nous donner occasion de revenir sur la question des filtres à sable, des préfiltres et des stérilisateurs chimiques dans une série de séances spéciales.

Le docteur Kemna nous a prévenus que nous devons nous attendre à le voir présenter quelques paradoxes hydrologiques : j'incline à croire qu'il a très largement exécuté son programme et qu'il est réellement tout à fait paradoxal de dire que l'efficacité d'un filtre quelconque est indépendante de son débit horaire.

Plus spécialement je crois que la formule présentée comme l'expression de la limite d'action du filtre : $mv < c$ ne représente rien d'utile pour préciser les conditions de fonctionnement.

Je ferai d'abord remarquer que la question d'indépendance de la vitesse ne ressort pas de cette formule, qui contient v .

Si l'on cherchait une expression mathématique des phénomènes de filtration, ou l'explication du mécanisme physique de la fixation des éléments microscopiques bactériens, c'est dans les travaux classiques relatifs à la capillarité et spécialement dans les travaux de nos compatriotes Plateau et Van der Mensbrugge qu'il faudrait les chercher. Les actions capillaires, les attractions moléculaires des petits corps sphériques et l'action de tension superficielle des liquides et des corps mous en présence, sont les forces qui dominent tout le mécanisme de filtration.

Je suis d'accord avec M. Kemna sur le fait que le sable en lui-même, quelque fin qu'il soit, présente des avenues, au début de la vie du filtre, qui ont deux cents fois le diamètre des éléments qu'il s'agit d'éliminer. En revanche, je ne suis plus du tout d'accord avec lui sur sa théorie du préfiltre : les magnifiques travaux du docteur Kemna lui-même ont largement contribué à l'étude de la succession des flores et des faunes qui, en se développant plus ou moins rapidement dans le filtre, produisent des couches vivantes d'êtres microscopiques et sont les éléments réels de filtration, l'assurent dans une phase secondaire, puis la ralentissent, pour enfin l'interrompre.

D'après moi, les réactions mécaniques des éléments vivants très tenus fixés sur le sable, sur les éléments flottants dans l'eau, ne sont pas assimilables du tout à des phénomènes de collage par des mucilages ni aux phénomènes bien plus lents de l'osmose à travers une paroi continue. Il me paraît qu'il s'agit surtout d'attractions d'éléments vivants de dimensions minuscules et de formes capillaires, lesquels se présentent surtout sous les formes cylindriques et sphériques à courbures très fortes. Or, les actions d'attraction ou de répulsion de tels éléments étant pour les éléments cylindriques par rapport à une surface plane en raison inverse de leur rayon de courbure, et ces mêmes actions étant pour les éléments sphériques microscopiques entre eux d'un ordre plus élevé et plus complexe encore, il s'ensuit que les puissances en présence sont considérables mais essentiellement variables : ces puissances appliquées à des éléments infiniment petits représentent l'effet d'une pression de plusieurs atmosphères et leurs valeurs sont fonction de la pression du milieu, de la vitesse de circulation du liquide et de la température. La capillarité, les effets de tension superficielle et les attractions moléculaires d'éléments à très forte courbure sont ici en cause avec les phénomènes activant ou

retardant le développement biologique plus ou moins rapide dans le filtre. Tous ces éléments sont essentiellement impressionnés par la valeur du débit horaire et dépendent de la pression, de la température et de l'illumination solaire.

Je ne puis développer ici le sujet, pour lequel je renvoie ceux de mes auditeurs que la chose intéresserait aux mémoires originaux de l'Académie de Belgique où notre éminent confrère Van der Mensbrugghe a publié la continuation des travaux classiques de Plateau.

A un autre point de vue je ne partage pas les idées de M. Kemna : celui-ci a fort rapidement expédié la décision du Comité supérieur d'hygiène de France qui déclare impropre à la consommation toute eau contenant des bacilles *Coli*.

Je pense que la décision si vivement critiquée doit être approuvée pleinement, qu'on l'interprète ou non comme une affirmation nouvelle de la nocivité du bacille *Coli*. Notre estimé confrère a entrepris, à tort, d'après moi, une réhabilitation de ce bacille. En fait nous ignorons si tous les bacilles connus sous le nom de *Coli* ou, si l'on veut, si tous les bacilles intestinaux de tous les animaux sont également nocifs pour l'homme. Il me semble, au point de vue de la protection de la santé publique, que l'existence du doute devrait suffire, — que la seule présomption est déjà grave, — et comme en fait il est très difficile, si pas impossible, dans un laboratoire ordinaire, de faire cette distinction et de dire rapidement si l'on a affaire à des *Coli* de provenance animale ou humaine, je pense que la solution la plus radicale est la meilleure.

Quoi qu'il en soit de cette question de technique bactériologique, il est deux faits certains : 1° l'injection péritonéale du *Coli* chez les animaux témoins (lapin ou cobaye) utilisés dans tous les diagnostics pathogéniques, est mortelle ; 2° les eaux contaminées par *Coli* entretiennent des épidémies plus ou moins bénignes de diarrhée, et ces affections locales, auxquelles les indigènes s'acclimatent plus ou moins, mais qui prennent un caractère souvent grave pour les nouveaux arrivants, désolent certaines villes au point d'en faire craindre le séjour.

J'ajoute que les difficultés pratiques de la distinction du *Coli*, de l'*Eberth* et des paratyphiques sont telles qu'à moins de recherches très précises, la présence du *Coli*, considéré comme témoin accompagnant toujours ses congénères, devrait, à mon sens, entraîner toujours la plus grande circonspection.

J'ai eu récemment une occasion nouvelle de constater que des eaux déclarées propres à la consommation parce qu'elles ne conte-

naient que vingt colonies au centimètre cube, après trois jours de culture, et une petite colonie de cet inoffensif *Coli*, donnaient cependant, peu de jours après, les réactions de fermentation pour 5 centimètres cubes du liquide. Une telle eau serait donc déclarée potable par les hydrologues de l'école de notre collègue, déclarée douteuse à premier examen dans le système du Comité supérieur d'hygiène de France, et, je pense, déclarée impropre par tout le monde après l'essai approfondi, malheureusement trop rare et, il faut bien le dire, difficile et lent. Je considère donc la décision du collège français comme parfaitement fondée et scientifique.

Si on laisse de côté la question de la nocivité pathogène du *Coli* (1), on doit remarquer que l'interprétation réelle de la résolution prise par l'éminent corps savant français est que la présence de *Coli* est l'indice indiscutable de la souillure des eaux de boisson par des déjections, et qu'il y a lieu de proscrire la consommation de telles eaux.

Je persiste à croire que c'est là une décision de bon sens : toute question de sentiment ou de délicatesse mise à part, le fait brutal est que des déjections ou des lavages de fumiers, aujourd'hui inoffensifs peut-être, mais à coup sûr dégoûtants, peuvent demain, par la présence d'un seul cas de typhus dans la zone d'alimentation de la région, provoquer une épidémie désastreuse. Il suffit de ce fait pour justifier pleinement, à mon sens, la décision discutée.

Le troisième point que je crois devoir relever porte sur ce fait que notre collègue croit pouvoir coter la qualité des eaux par le nombre de colonies existant par centimètre cube après filtration. Je crois que cette base est tout à fait erronée : je pense que seule la nocivité des espèces présentes ou leur innocuité, après culture rationnelle, mérite de constituer un diagnostic décisif.

Peu importe qu'il y ait vingt ou cent colonies d'espèces inoffensives comme *B. subtilis* ou l'un des représentants des très nombreuses familles dont l'innocuité est indiscutable.

Ce qui seul est grave est la possibilité de contamination par des déjections, lesquelles pourront toujours amener avec elles le bacille du typhus, ou bien la présence directement constatée de l'un des pathogènes : *Coli*, *Choléra*, *Entérite*, *Anthrax*, *Eberth* et *Paratyphiques*, etc.

Je pense qu'il ne faut plus qualifier une eau par la quantité des bactéries qu'elle contient, mais bien par la nature de celles-ci, par la transparence du liquide, par sa composition et par son goût.

(1) Voir *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXI, 1907, *Mém.*, p. 226.

Enfin, notre collègue nous a décrit un procédé de purification basé sur l'emploi de produits chimiques, suivi d'une préfiltration, puis d'une filtration. Il serait intéressant de comparer ce procédé à ceux utilisant l'ozone que l'on obtient actuellement sous des formes rendant son emploi soixante fois moins onéreux qu'il y a dix ans, au moment où l'on a reconnu scientifiquement l'effet bactéricide radical de cette forme de l'oxygène. Grâce à ces nouveaux procédés, il est des méthodes plus simples de traiter les eaux de rivière et d'obtenir une combustion complète des éléments organiques qui peuvent y être contenus. Pour les eaux troubles, une filtration simple et peu coûteuse, suivie d'un traitement à l'ozone, suffit. Pour les eaux claires mais sujettes à contamination, comme les eaux du calcaire fissuré par exemple, la simple action de l'électricité suffit pour assurer, avec une limpidité très grande, une absence complète de bactéries pathogènes. Il est possible que j'aie l'occasion de donner cette même année, à notre Société, une description complète d'une telle installation.

Enfin, pour finir cette discussion d'une communication aussi intéressante par le fond que par la forme, je dois avouer que je trouve très contestable le principe émis par l'auteur au sujet du rejet des eaux d'origine souterraine. J'estime que ce sont en principe les meilleures, et j'en veux comme exemple les eaux de la Ville de Bruxelles. Des accidents de diagnostic géologique tels que celui de Breslau ne me semblent pas du tout de nature à justifier un arrêt aussi général et aussi formel.

J'estime qu'à chaque cas correspondent des solutions spéciales; qu'il y a en cette matière complexe, comme en beaucoup d'autres, plusieurs solutions, satisfaisant à la fois les nécessités scientifiques et les nécessités économiques.

En terminant, je crois être l'interprète de mes collègues de la Section d'hydrologie en remerciant M. Kemna de nous avoir mis au courant, d'une manière si intéressante et si vivante, de ses récentes recherches et en le priant de ne voir dans mes critiques que la démonstration de l'importance et de l'intérêt que nous donnons à ses travaux.

M. KEMNA, répondant à M. Duyk, dit que la stérilisation complète n'était pas visée; la quantité de chlorure de chaux était faible, l'eau était recueillie dans de vastes bassins ouverts avec déjà beaucoup de vase toujours quelque peu remuée à chaque prise, l'analyse a été faite sans filtrage; dans ces conditions, les résultats obtenus lui paraissent



tout à fait remarquables. Répondant à M. Gérard, il n'est pas exact, poursuit-il, de qualifier de pathogène un microbe qui est l'hôte banal de l'intestin et il n'est certes pas scientifique de se refuser à tenir compte de l'expérience en grand, l'expérience de la pratique, qui démontre l'efficacité du filtrage, avant qu'on connût les microbes et, par conséquent, avant qu'on ne pratiquât tous les raffinements du filtrage actuel. Pour les actions capillaires, voir deux articles de l'auteur : *La théorie du filtrage au sable* (1).

EUG. MAILLIEUX. — Note sur la faune des cavernes
à ossements des environs de Couvin.

Le service des fouilles des Musées royaux du Cinquantenaire a entrepris, dans les environs de Couvin, toute une série d'importantes recherches ayant trait principalement à ce qui concerne la préhistoire de la région. Grâce à l'aimable obligeance de mes excellents amis MM. le baron de Loë et Edmond Rahir, que je me plais à remercier ici, j'ai pu suivre tous les travaux effectués jusqu'à présent.

Trois des cavernes fouillées dans le voisinage immédiat de Couvin renfermaient des restes d'animaux ayant vécu durant la période quaternaire inférieure, et il me paraît assez intéressant de faire connaître, en quelques mots, la faune qui peuplait la région couvinoise durant les périodes si proches encore de l'aube de l'humanité.

M. de Loë a publié, dans le *Bulletin des Musées royaux*, le résultat des fouilles exécutées dans la grotte de Petigny et dans la grotte de la Roche Percée, à Nismes, ainsi que dans la terrasse du Trou de l'Abîme, à Couvin (2) : c'est donc à son rapport que j'emprunterai les détails nécessaires, en y ajoutant ceux que m'ont procurés mes observations personnelles.

J'ai eu déjà l'occasion d'entretenir les membres de la Société belge de Géologie des travaux entrepris par moi en 1902 dans l'intérieur du couloir d'entrée du Trou de l'Abîme, à Couvin (3), où j'ai observé l'existence de trois niveaux :

1° Une couche néolithique, au-dessus de laquelle s'étaient accu-

(1) *Technologie sanitaire*, vol. I, 1895.

(2) *Bull. des Musées royaux des Arts décoratifs et industriels*, 6^e année, 1906-1907, pp. 6 et 9.

(3) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XVII, 1903, p. 583.

mulés les débris jetés par l'homme aux époques romaine, moyen-âgeuse et moderne;

2° Un niveau stérile semblant indiquer l'abandon de la caverne tant par l'homme que par les animaux durant l'âge du Renne;

3° Un niveau ossifère, dont j'ai exhumé les espèces suivantes, appartenant à la fin de l'âge du Grand Ours, ou, du moins, à une époque intermédiaire entre le Moustérien et le Magdalénien :

- Canis vulpes* Lin., rare.
Canis lupus Lin., rare.
Hyena spelæa Goldf., commune.
Felis spelæa Goldf., rare.
Ursus spelæus Goldf., commun.
Ursus priscus Cuv.? rare.
Meles taxus Schreb., rare.
Sus scrofa ferus Lin., commun.
Cervus elaphus Lin., rare.
Cervus tarandus Lin.?, très rare.
Capra hircus Lin., rare.
Capra ibex Lin., très rare.
Equus caballus Lin., très commun.
Bos primigenius Boj., très commun.
Bos taurus Lin., assez commun.
Bos sp.?, rare.
Tetras lagopus Lin., très rare.
Gallus sp.?, rare.
 Un grand oiseau aquatique indéterminé.

L'ensemble de cette faune caractérise plutôt l'époque solutréenne que l'époque moustérienne. Ni le Mammouth ni le Rhinocéros, caractéristiques de la période inférieure, n'y sont aucunement représentés; le Renne commence à faire son apparition, ainsi que la Chèvre et le Taureau.

Or, nous voyons dans le rapport de M. de Loë sur la fouille de la terrasse du Trou de l'Abîme que les silex qui y furent découverts, et qui provenaient vraisemblablement des déblais extraits de la caverne en 1887 par MM. Lohest et Braconier, appartiennent plutôt au Solutréen qu'à toute autre industrie (1).

(1) BARON A. DE LOË, *Loc. cit.*, p. 6.

Trois niveaux distincts recouvraient le sol de la grotte de Petigny (1).

Le niveau supérieur appartenait vraisemblablement à l'âge du Renne; il avait presque entièrement disparu à la suite de recherches de minéral. On n'a donc pu y trouver que des débris insignifiants et peu déterminables, à part une mandibule inférieure de *Castor* et quelques ossements de *Sanglier*.

Le niveau moyen renfermait de nombreux débris de

- Canis vulpes*, rare.
- Hyena spelæa*, commune.
- Ursus spelæus*, très commun.
- Cervus elaphus*, assez commun.
- Bos primigenius*, commun.
- Equus caballus*, très commun.
- Rhinoceros tichorhinus*, assez commun.

Bien que les rares silex, que l'on y trouva, n'offrent rien de caractéristique, la faune de ce niveau paraît indiquer une époque antérieure à celle que spécialisent la faune et les silex du Trou de l'Abîme à Couvin. On peut vraisemblablement l'attribuer au Moustérien, ou âge du Grand Ours, vu l'abondance des restes de ce dernier animal.

Le niveau inférieur était stérile.

Quant à la grotte de la Roche Percée, à Nismes, il n'y existait qu'un seul niveau, mais il était caractérisé par une grande quantité d'ossements appartenant aux espèces suivantes (2) :

- Canis vulpes*, rare.
- Hyena spelæa*, assez commune.
- Ursus spelæus*, très rare.
- Equus caballus*, très commun.
- Bos primigenius*, assez rare.
- Cervus elaphus*, assez rare.
- Rhinoceros tichorhinus*, abondant.
- Elephas primigenius*, assez rare.

L'abondance du Rhinocéros, jointe à la présence du Mammouth et à la rareté des restes du Grand Ours, permettent de supposer que l'on se trouve ici en présence d'un dépôt qui remonte aux premiers temps de l'époque moustérienne.

(1) BARON A. DE LOË, *Loc. cit.*, p. 6.

(2) *Idem*, p. 9.

Malheureusement, ici comme à Pétigny, les restes de l'industrie humaine n'ont rien de caractéristique et ne peuvent beaucoup contribuer à corroborer cette hypothèse.

Les traces de l'existence de l'homme et de son séjour dans ces trois cavernes sont assez nombreuses, bien que les silex taillés y soient peu représentés. Elles consistent principalement en débris de repas (os longs avec cassures intentionnelles) et en quelques instruments en os (poinçons). Mais quelque peu importants qu'ils soient, ces vestiges suffisent pour prouver que l'homme a habité la région couvinoise dès les premiers temps du Quaternaire des cavernes, c'est-à-dire après les époques chelléenne et acheuléenne. On peut déduire aussi de ce qui précède que les trois cavernes fouillées n'ont pas été occupées par des tribus contemporaines, la faune de la grotte de Nismes paraissant un peu plus ancienne que celle de la grotte de Pétigny, laquelle semble également antérieure à la faune du Trou de l'Abîme.

ARM. RENIER. — Les résultats du sondage de Longwy.

Le sondage qui vient d'être exécuté à Longwy, par ordre de M. de Saintignon, a traversé 540 mètres de terrains mésozoïques (jurassiques et triasiques), puis 231 mètres de dépôts permien, pour atteindre finalement le Dévonien par 771 mètres de profondeur.

En présence de ce résultat négatif, la question se pose : *Le terrain houiller existe-t-il dans la région Sud de Longwy?* Tel est précisément le titre d'une plaquette de quelque trente pages, accompagnée d'une carte et d'une planche de coupes, que vient de faire paraître M. Henry Joly, licencié ès sciences naturelles et préparateur de géologie à l'Université de Nancy (1). C'est d'ailleurs de ce travail que j'extraits les renseignements sur la coupe du sondage de Longwy, étudiée par M. Joly.

Quant aux conclusions de M. Joly, elles peuvent se résumer ainsi : Dans le cas non prouvé, mais possible, de la présence du Houiller dans cette région, il est probable que le bassin, d'orientation hercynienne, y a une extension assez grande et une épaisseur pouvant dépasser 500 mètres aux endroits les plus favorables. Ce terrain houiller appartiendrait au Westphalien et probablement aussi un peu au Stéphanien. Enfin, en tous points, le terrain houiller serait reconvert par plus de 600 mètres de morts-terrains.

(1) Nancy. Librairie moderne, V. Berger, successeur, 43, rue Saint-Georges (1908).
— Prix : 2 francs.

M. Simoens étant arrivé à des conclusions diamétralement opposées à la suite d'études dont il a communiqué les résultats à la Société belge de Géologie dans sa séance du 21 janvier 1908 (1), j'ai cru intéressant de rechercher les causes de cette divergence de vues, et j'ose espérer y avoir réussi. Je dois toutefois faire observer ici que la question est assez complexe, et que M. Joly n'a pu la traiter à fond dans une publication aussi réduite (2). Force me sera donc de développer certaines considérations qui ne sont qu'ébauchées par M. Joly. On comprendra que, d'autre part, je m'abstienne d'aborder divers points spéciaux, afin de ne pas déflorer un travail original.

Une question de principe divise MM. Joly et Simoens.

M. Simoens nous rappelle, en effet, qu'il a démontré « combien est court le phénomène dynamique de la construction d'une chaîne par rapport au phénomène de la sédimentation, au point qu'on peut considérer la formation des montagnes comme un véritable accident (3) ».

Collaborateur de M. R. Nicklès dans ses dernières recherches sur le bassin de Meurthe-et-Moselle, M. Joly est tout naturellement partisan de la continuité du plissement à travers les diverses époques géologiques, à commencer par les plus anciennes.

M. Nicklès a rappelé la théorie des plis posthumes, à l'occasion des premiers sondages exécutés aux environs de Pont-à-Mousson (4). On sait le succès qui a couronné les recherches dirigées par le professeur de l'Université de Nancy. M. R. Zeiller a établi par des études paléobotaniques qu'à l'anticlinal des terrains mésozoïques correspond, en profondeur, un anticlinal houiller, affecté, tout comme les terrains de recouvrement, par la faille transversale qui jalonne le cours de la Moselle (5).

Que voyons-nous d'ailleurs dans cette plaine du Hanovre, qui s'appuie sur les contreforts du Harz? Les terrains triasiques, juras-

(1) G. SIMOENS, *A propos du sondage de Longwy*. (BULL. SOC. BELGE GÉOL., t. XXII, 1908, *Proc. verb.*, pp. 24-28.)

(2) *Op. cit.*, p. 24.

(3) *Op. cit.*, p. 25.

(4) R. NICKLÈS, *De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle et des points où il faut la chercher*. Nancy, Librairie Moderne, 1902.

(5) Voir principalement R. NICKLÈS et H. JOLY, *Sur la tectonique du Nord de Meurthe-et-Moselle*. (COMPTES RENDUS, t. CXLIV, 1907, p. 589, et BULL. SOC. GÉOL. FRANCE, 4^e série, VII, 1907, pp. 293-304.)

R. ZEILLER, *Sur la flore et sur les niveaux relatifs des sondages houillers de Meurthe-et-Moselle*. (COMPTES RENDUS, t. CXLIV, p. 1137.)

siques et crétaciques y sont nettement plissés au bord même du massif paléozoïque; à Goslar et à Thale, leurs bancs sont redressés jusqu'à la verticale et même renversés.

En outre, il semble bien qu'on ait aujourd'hui la preuve, non seulement de mouvements posthumes, provoquant l'accentuation des plis, mais encore de mouvements contemporains de la formation des dépôts paléozoïques. M. X. Stainier a exposé diverses raisons qui le portent à croire que les synclinaux houillers se sont ébauchés dès le Carbonifère (1). C'est reprendre, à un point de vue qui me paraît plus rationnel, une idée émise par Adolphe Firket (2). Cette théorie non seulement explique l'épaisseur, par endroits formidable, du terrain houiller, mais elle se concilie encore et surtout avec le fait de la continuité des murs à *Stigmaria*, dont l'importance est capitale au point de vue géogénique.

Je ne puis insister davantage sans dépasser le cadre d'une note. Je me borne à citer ces quelques faits pour justifier les idées qui sont à la base de la démonstration de M. Joly, savoir :

Le plissement s'est poursuivi, mais avec une intensité variable, à travers toutes les époques géologiques. L'arasement des crêtes anticlinales et le comblement des synclinaux sont d'ailleurs en relation directe avec les phénomènes tectoniques (3). Enfin, dans la région considérée, il y a généralement eu conservation à travers les temps des axes synclinaux et anticlinaux, sans exclure évidemment les complications de plis.

Ceci posé, il est évident que si le synclinal mésozoïque de Luxembourg jalonne un synclinal paléozoïque, et si celui-ci renferme du Houiller, l'orientation du bassin houiller est hercynienne, ou plus exactement varisque. Il suffit pour s'en convaincre de jeter un coup d'œil sur une carte d'ensemble.

Au surplus, voici comment M. Joly conclut à la possibilité d'un synclinal houiller dans le golfe de Luxembourg.

Admettant que le ridement de l'Ardenne s'est effectué par étapes, M. Joly considère, à la suite de M. Gosselet, qu'il y a eu à l'époque coblentzienne un plissement faisant émerger la partie méridionale de

(1) X. STAINIER, *Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges.* (ANN. MINES BELG., t. IX, p. 438.)

(2) A. FIRKET, *L'origine et le mode de formation de la houille.* (REV. UNIV. MINES, 1894, 3^e série, XXVI, pp. 41 et suiv.)

(3) Cf. NICKLÈS, *op. cit.*, 1902, pp. 4-9.

l'Ardenne et le Hundsrück. Cette partie de pays serait restée émergée jusqu'aux temps carbonifères et se serait dénudée durant cette phase continentale.

On sait, d'autre part, qu'à la fin du Dinantien, d'importants mouvements tectoniques se sont produits en Europe centrale. Ce sont ces plissements qui ont, d'après M. van Werveke, provoqué la formation du synclinal de Saarbrück (1).

Il n'y a rien de choquant à supposer que ce même plissement a provoqué la formation ou l'accentuation d'un synclinal entre l'Ardenne et le Hundsrück, c'est-à-dire la naissance d'un golfe de Luxembourg carboniférien.

La relation entre les plissements des couches mésozoïques et ceux des couches paléozoïques est trop évidente en Lorraine pour que l'on puisse la nier à priori en ce qui concerne la région de Longwy. Contrairement à ce qu'écrit M. Simoens, il n'est nullement illusoire de penser y trouver le Carbonifère et le Houiller.

Les considérations sur l'allure des mouvements tectoniques développées par M. Simoens sont d'ailleurs en contradiction formelle avec les conclusions des géologues qui ont consacré leur activité à l'étude détaillée du bassin de Saarbrück. D'après M. Simoens, « à Saarbrück, au Houiller, il n'y avait plus de chaîne ». D'après M. van Werveke, il y avait, au contraire, un vaste pli qui s'est accentué durant son comblement. M. Leppla ne signale-t-il pas que les éléments des poudingues interstratifiés dans l'assise inférieure du bassin de la Sarre proviennent de la désagrégation de roches dévoniennes (2) ?

Il est donc hautement probable qu'au Nord du bassin émergeait un anticlinal dévonien. Comme à toute autre époque, le plissement a été concomitant de l'abrasion des selles et du comblement des bassins par dépôt de couches formées aux dépens des anticlinaux (3).

Si la création du synclinal houiller de Saarbrück a eu sa répercussion dans le Luxembourg, ce sont évidemment les couches inférieures du bassin de Saarbrück que l'on aurait chance de rencontrer dans la région de Longwy. C'est pourquoi M. Joly admet qu'il s'agit de formations westphaliennes et probablement aussi stéphaniennes.

(1) L. VAN WERVEKE, *Erläuterungen zu Blatt Saarbrücken der geologischen Uebersichtskarte von Elsass Lothringen, u. s. w. 1 : 200 000.* (Strasbourg, 1906, pp. 119 et suiv.)

(2) LEPLA, *Geologische Skizze des Saarbrücker Steinkohlengebirges.* (FESTSCHRIFT ZUM IX ALLG. DEUTSCH. BERGMANNSTAG, 1904, p. 14 du tiré à part.)

(3) VAN WERVEKE, *Op. cit.*, p. 119.

On ne peut toutefois donner de démonstration absolue de cette opinion.

Il est en effet inexact que, comme le dit M. Simoens, à Saarbrück « les couches du Westphalien supérieur reposent sur le Dévonien redressé (1) ». Tous les auteurs (2) sont d'accord pour déclarer qu'on ne connaît pas encore les couches inférieures de cet anticlinal asymétrique, improprement dénommé le bassin de Saarbrück, et qui se trouve cisailé dans son versant Sud par une faille longitudinale d'allure imprécise, mais qui a rejoué aux temps tertiaires (3).

M. van Werveke écrit : Le substratum de l'assise de Saarbrück est inconnu. On ne sait si le Westphalien inférieur (*Unteres Oberkarbon*) est représenté dans la région. Il se peut que le Westphalien moyen y repose directement sur les roches antécarbonifériennes (2).

S'il en est ainsi, la formation du synclinal dans lequel se sont déposées les couches de Saarbrück, daterait de l'époque à laquelle, dans les bassins du versant septentrional de la chaîne ardennaise ou hercynienne, le régime marin a perdu l'importance qu'il avait eue jusqu'alors (*Gannister Beds*) tant en Angleterre qu'en Belgique et en Westphalie. Peut-être y a-t-il là une relation.

Quoi qu'il en soit, la question de l'existence du terrain houiller dans la région de Longwy reste malgré tout assez obscure. A considérer comme la plus vraisemblable l'hypothèse la plus simple, le synclinal de Luxembourg serait contemporain de celui de Saarbrück. Dans ce cas, et si l'assise de Saarbrück est la plus ancienne de la série formée dans ces géosynclinaux (4), c'est au Westphalien qu'appartiendraient les dépôts les plus profonds du Houiller du golfe de Luxembourg.

Il faut donc considérer comme arbitraires les conclusions de M. Simoens, savoir : « Ce Houiller ne pourrait être dans le cas le plus » favorable que les dernières veines du Houiller supérieur ou du Per-

(1) *Op. cit.*, p. 27.

(2) Cf. VAN WERVEKE, *Op. cit.*, p. 47. L. VON AMMON, *Die Steinkohlenformation in der Bayerischen Rheinpfalz* (Erläuterungen zu dem Blatte Zweibrücken (n° XIX) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern, 1903, pp. 47 et 61.)

(3) LEPLA, *Op. cit.*, p. 55.

(4) M. Joly rapporte, d'après M. Gosselet, que dans le Hundsrück, le Westphalien repose horizontalement sur les schistes redressés du Coblentzien. Mais on pourrait faire remarquer, avec M. van Werveke, que les couches les plus anciennes n'occupent qu'une partie, le fond seul, du géosynclinal. (*Op. cit.*, p. 120 et fig. 25.) Force m'est, ici encore, d'abrégéer cette note.

» mien. Il est plus que probable qu'on ne rencontrera que les veines » interstratifiées dans les différents termes du Trias (1). »

J'ignore d'ailleurs sur quelles données se fonde cette dernière opinion, car on n'a pas jusqu'ici renseigné de couche de houille dans le Trias de la région (2). La partie productive du bassin de Saarbrück appartient au surplus presque entièrement au Westphalien.

En présence de cette indécision, M. Joly a tenté de déterminer pour le golfe de Luxembourg, d'une part, l'allure du toit du Dévonien, c'est-à-dire de la surface antécarboniférienne, et, d'autre part, celle de la base du Permien.

L'espace compris entre ces deux surfaces est considéré comme comblé par du Houiller.

J'ai dit sur quelles hypothèses se basait cette théorie; je crois inutile d'insister.

M. Joly attire encore et surtout l'attention sur la possibilité de l'existence de sels sodiques ou potassiques dans le Permien du golfe de Luxembourg.

Pour le surplus, notamment pour les données qui ont servi à établir les tracés, je me bornerai à renvoyer le lecteur à la brochure de M. Henry Joly.

M. le Président remercie M. Renier de son empressement à communiquer à la Société les résultats des derniers travaux relatifs au prolongement souterrain du Houiller de la Sarre et les réflexions que lui ont suggérées ces résultats.

Au sujet de l'existence de mouvements préluant au grand plissement hercynien de nos régions, il pense que l'on pourrait ajouter aux faits signalés par M. Renier le témoignage de la grande brèche viséenne. Il entre sur ce point dans quelques détails qui font l'objet d'une note adressée au Secrétariat et qui paraîtra aux *Mémoires* sous le titre : *Note sur l'origine de la « Grande brèche » viséenne et sur sa signification tectonique.*

La séance est levée à 18 h. 40.

(1) *Op. cit.*, p. 28.

(2) Cf. VAN WERVEKE, *Geologische Uebersichtskarte der Südlichen Hälfte des Grossherzogthums Luxemburg*, 1887, pp. 14 et suiv.