

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BRUXELLES

TOME XVII — ANNÉE 1903

SÉANCE MENSUELLE DU 20 JANVIER 1903.

Présidence de M. Ad. Kemna, vice-président.

La séance est ouverte à 8 h. 50.

Correspondance.

M. A. Rutot, président, indisposé depuis plusieurs jours, s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion.

M. W. Spring annonce qu'il a terminé les recherches expérimentales sur *l'imbibition du sable par les liquides et les gaz* qu'il avait promises pour la Société; il s'occupe actuellement de la rédaction de son travail.

La Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut demande l'échange de ses publications contre le *Bulletin*. — Renvoi au Bureau.

M. Jean Bertrand fait hommage à la Société du remarquable ouvrage, auquel il a collaboré pour la construction des cartes géographiques, de M. le D^r A. Bonmariage, intitulé : *La Russie d'Europe. Topographie, relief, géologie, hydrologie, climatologie, régions naturelles; les peuples et leur mode de répartition. Essai d'hygiène générale.*

MM. G. Rovereto et P. Vinassa ont fait parvenir un bulletin d'adhésion à leur récente publication : *Giornale di Geologia pratica*. Des renseignements précis ont été demandés au sujet de cette nouvelle revue.

M. H. W. Turner, de la Geological Society of America, remercie la Société de sa bienveillante intervention au sujet de sa candidature comme ingénieur-géologue offrant ses services à l'État Indépendant du Congo.

Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

3954. **Prinz, W.** *Notice jointe à l'édition française des profils représentant la genèse et la structure de l'écorce solide du globe, du D^r Alphonse Stübel.* Leipzig, 1903. Brochure grand in-4° de 6 pages et 1 planche.
3955. **Bonmariage (Docteur A.).** *La Russie d'Europe. Topographie, relief, géologie, hydrologie, climatologie, régions naturelles; les peuples et leur mode de répartition. Essai d'hygiène générale.* Bruxelles, 1903. Volume in-4° de 551 pages, 113 figures et 6 planches.
(Offert par l'auteur des cartes : M. J. Bertrand.)
3956. **Kemna, Ad.** *Zur Biologie des Sandfiltration.* Berlin, 1902. Extrait in-8° de 5 pages. (2 exemplaires.)
3957. **Darwin, Charles.** *Observations géologiques sur les îles volcaniques explorées par l'expédition du « Beagle » et note sur la géologie de l'Australie et du Cap de Bonne-Espérance.* Traduit de l'anglais sur la 3^{me} édit., par A.-F. Renard. Paris, 1902. Vol. in-8° de 218 pages, 14 fig. et 1 planche. (Offert par l'éditeur Félix Alcan.)
3958. **Leriche, M.** *Revision de la faune ichthyologique des terrains crétacés du Nord de la France.* Lille, 1902. Extrait in-8° de 69 pages et 3 planches.
3959. **Leriche, M.** *Notice sur les fossiles sparnaciens de la Belgique et en particulier sur ceux rencontrés dans un récent forage à Ostende.* Lille, 1899. Extrait in-8° de 4 pages.
3960. **Leriche, M.** *Ueber einige Excursionen des VIII. Internationalen Geologen Congresses.* Berlin, 1899. Extrait in-4° de 5 pages.
3961. **Leriche, M.** *Ueber einige Excursionen des VIII. Internationalen Geologen Congresses (suite).* Berlin, 1900. Extrait in-4° de 6 pages.
3962. **Leriche, M.** *Sur la présence de « Sonneratia perampla » dans la Meule.* Lille, 1899. Extrait in-8° de 2 pages. (Réuni au suivant.)
— *Le forage d'Ors.* Lille, 1899. Extrait in-8° de 1 page.
3963. **Leriche, M.** *Description de la faune d'eau douce sparnacienne de Cuvilly (Oise).* Lille, 1899. Extrait in-8° de 10 pages et 1 planche.
3964. **Leriche, M.** *Excursion géologique dans la forêt de Saint-Gobain, les 21 et 22 juin 1899.* Lille, 1899. Extrait in-8° de 8 pages.
3965. **Leriche, M.** *Note sur la faune de la tourbe de Wissant.* Lille, 1899. Extrait in-8° de 2 pages.

3966. Leriche, M. *Le Lutétien supérieur aux environs de Pargnan (Aisne)*. Lille, 1901. Extrait in-8° de 4 pages.
3967. Leriche, M. *Sur quelques éléments nouveaux pour la faune ichthyologique du Montien inférieur du bassin de Paris*. Lille, 1901. Extrait in-8° de 9 pages et 1 planche.
- *Sur deux Pycnodontidés des terrains secondaires du Boulonnais*. Lille, 1901. Extrait in-8° de 5 pages.
- *Contribution à l'étude des Siluridés fossiles*. Lille, 1901. Extrait in-8° de 11 pages. (Le tout réuni en une seule brochure.)
3968. Leriche, M. *Description de deux Unios nouveaux de l'Éocène inférieur du Nord de la France et de la Belgique*. Lille, 1901. Extrait in-8° de 4 pages et 1 planche.
3969. Leriche, M. *Faune ichthyologique des sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay (Marne)*. Lille, 1900. Extrait in-8° de 24 pages et 2 planches.
3970. Leriche, M. *Note sur le Crocodilus depressifrons trouvé à Urcel (Aisne)*. Lille, 1899. Extrait in-8° de 3 pages et 1 planche.
3971. Leriche, M. *Géologie de la forêt de Saint-Gobain*. Lille, 1898. Extrait in-8° de 9 pages.
3972. Meunier, St. *La géologie générale*. Paris, 1903. Volume in-8° de 333 pages et 42 figures. (Offert par l'éditeur Félix Alcan.)
3973. Rigaux, E. *Note sur l'infracrétacé dans le Bas-Boulonnais*. Boulogne-sur-Mer, 1902. Extrait in-8° de 10 pages.
3974. Trasenster, Paul. *L'exploitation des charbonnages par l'État*. Liège, 1903. Brochure in-8° de 23 pages.
3975. Quinet (Dr). *Le Musée d'histoire naturelle de Bruxelles. Ce qu'il est et ce qu'il devrait être*. Bruxelles, 1902. Extrait in-8° de 4 pages.
3976. van Erthorn, O. *Le Musée de Bruxelles et les Iguanodons de Bernissart*. Anvers, 1902. Brochure in-8° de 8 pages.

Présentation et élection d'un nouveau membre :

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

En qualité de membre associé regnicole :

M. VILAIN, NESTOR, lieutenant du génie, à Anvers.

Communications des membres :

M. le *baron O. van Ertborn*, s'aidant de figures au tableau, expose un travail destiné aux *Mémoires* et dont le résumé se trouve reproduit ci-après :

LE VOLCANISME

PAR

le Baron VAN ERTBORN

Dans sa communication, intitulée : LE VOLCANISME, M. *O. van Ertborn* passe d'abord en revue les diverses hypothèses auxquelles a donné lieu la recherche du mécanisme éruptif volcanique.

Faisant remarquer qu'aucune d'elles ne donne de solution satisfaisante, il rappelle que M. le professeur Bonney a dû se borner à émettre l'espoir qu'une *loi physique nouvelle* en fournira l'explication.

Si la cause initiale de l'état de fusion du magma est encore obscure, dit M. van Ertborn, on ne saurait tout au moins nier que deux causes fort différentes doivent provoquer le mouvement ascensionnel des déjections et laves volcaniques : la force expansive de la vapeur d'eau et des gaz, d'une part, et l'action de la pesanteur, d'autre part.

Ce doit être sous forme de contre-pression interne, ajoute-t-il, que la pesanteur agit pour faire se déverser lentement les laves sur les flancs de la montagne.

Le professeur Bonney s'exprime ainsi à ce sujet :

« L'écoulement souvent régulier, et pour un temps continu, des laves par une fissure et leur intrusion dans les couches, font naître l'idée que la masse fluide est expulsée, comme nous le ferions en comprimant un tube compressible contenant de la couleur à l'huile. »

L'orateur passe ensuite à un examen critique des idées émises par M. Stanislas Meunier au sujet du processus volcanique, et il ne peut admettre certains côtés des vues de ce savant, qui considère le volcan comme un véritable appareil hydraulique, faisant accomplir à l'eau un jeu de circulation verticale. Il souligne toutefois avec intérêt la phrase suggestive du savant professeur du Muséum, dans laquelle celui-ci montre l'action de l'eau interne : eau de carrière des roches, vaporisée et s'incorporant par occlusion dans le magma, de manière à le rendre FOISSONNANT.

C'est ce dernier phénomène d'injection gazeuse interne que M. van Ertborn se borne à emprunter à la thèse de M. Stanislas Meunier qui, au point de vue des origines de cette eau, déclare que son opinion, « fondée sur plusieurs ordres de considérations, lui fait admettre que le volcan est alimenté en eau par l'*écroulement*, le long des failles souterraines, de blocs pourvus de l'eau d'imprégnation qui caractérise les assises les moins profondes de la croûte du globe ».

Ce serait, toujours d'après M. Stanislas Meunier, uniquement l'*eau de carrière* contenue dans les roches effondrées qui, en se volatilissant, abaisserait le point de fusion des roches et leur communiquerait la propriété foisonnante qui les rend aptes à devenir éruptives.

Mais, sur cette base, M. Stanislas Meunier conclut, à tort, signale M. van Ertborn, que l'ascension des laves atteignant, comme à l'Etna, parfois 3 000 mètres d'altitude, *est en tout point comparable à l'extravasement d'une eau gazeuse ou de vin de Champagne hors de la bouteille restée droite, mais dont le bouchon a été brusquement enlevé.*

M. van Ertborn ne peut se rallier à une pareille conclusion sur le jeu du mécanisme éruptif et surtout d'écoulement normal des laves. Il fait remarquer que cet écoulement est toujours *lent* et ne se produit pas brusquement. Quelle serait donc, dans l'hypothèse présentée, la force souterraine rendant si continu parfois et si calme souvent ce déversement, que l'image du tube à couleur rend très exactement?

C'est parce qu'il se rend compte de la difficulté de faire intervenir la circulation, à grande profondeur vers la base de l'écorce terrestre, des eaux souterraines d'infiltration, que M. Stanislas Meunier ne fait appel qu'à l'eau de carrière.

M. van Ertborn admet les effondrements préconisés par le savant professeur du Muséum et la production d'eau de vaporisation avec explosion, mais il a peine à croire que l'eau de carrière, à elle seule, puisse suffire pour produire les actions invoquées. Il se demande si les éléments constitutifs des roches ne pourraient pas fournir l'un des gaz générateurs de l'eau dont il faut invoquer de si énormes quantités.

M. van Ertborn, cependant, reste nettement partisan de l'action parallèle des eaux marines et des eaux de circulation souterraine, voire même des eaux fossiles, ou vestige des mers anciennes, restées incluses dans les roches.

Se référant aux phénomènes qu'ont montrés les événements de la Martinique, M. van Ertborn conteste absolument le bien fondé de la théorie d'une action semblable à celle de la bouteille de champagne. Le débouchage brusque et latéral, le 8 mai, de la cheminée du Mont-

Pelée amena des manifestations explosives et nullement des coulées de lave. L'explosion eut lieu par une fissure latérale et non par le cratère, et ce fut seulement *sept mois plus tard*, soit vers la mi-décembre 1902, que la lave apparut au sommet de la cheminée, dans le cratère terminal et en coulée lente.

Il en résulte, dit M. van Ertborn, que *le caractère explosif n'a aucun rapport avec les épanchements de lave*, et il semble que ce soit seulement un phénomène de contre-pression interne, dû à la pesanteur, qui a permis à la lave de s'épancher au dehors.

C'est, d'après M. van Ertborn, au « foisonnement » ayant réduit dans des proportions considérables la *densité* de la colonne de lave qui se trouve incluse dans la cheminée, qu'il faut attribuer le refoulement du contenu de celle-ci par la contre-pression des masses, plus denses, des régions avoisinant sa base.

« La détente brusque, le débouchage instantané ne peuvent donc rendre compte de l'épanchement lent d'une coulée de lave, à l'instar de la couleur à l'huile sortant d'un tube compressible. Il faut, pour produire ce dernier phénomène, une pression lente et continue, une action qui assure la persistance du phénomène pendant un laps de temps prolongé. »

M. van Ertborn ajoute ensuite :

« En tenant compte du *foisonnement*, qui amène la *diminution de densité*, le phénomène serait identique à celui qui se produit dans l'appareil élévateur d'eau, nommé « compresseur à air » (1).

» Cet appareil est basé sur le foisonnement de l'air et de l'eau, diminuant la densité de cette dernière par mélange. (Pl. A, fig. 1 et 2.)

» L'air comprimé, insufflé par le bas dans une colonne d'eau, élève celle-ci à une hauteur considérable. L'appareil se compose d'une pompe à air, d'un réservoir à air comprimé G pour régulariser le débit, d'un tuyau à air *t* (voir pl. A, fig. 1) recourbé à sa partie inférieure, amenant l'air comprimé au pied du tuyau H, destiné à élever le liquide.

» La pompe à air étant mise en marche, un manomètre fixé sur le réservoir indique la pression. Supposons que celle-ci doive atteindre huit atmosphères pour rompre, dans le cas qui nous occupe, la résistance due à l'inertie de la colonne d'eau remplissant le tuyau destiné à lui servir de conduite d'ascension.

» Il se produit tout à coup *une brusque secousse, une espèce de détonation*, et l'appareil se met à fonctionner. A l'instant, la pression tombe

(1) Désigné aussi sous le nom d'« émulseur », « pompe Mammouth », etc.

environ de moitié et l'ascension de l'eau continue à se produire pendant tout le temps que fonctionne la pompe à air.

» L'eau et l'air se sont mis à *foisonner*, constituant un mélange de densité beaucoup moindre que celle de l'eau, densité qui, par exemple, ne sera que de 0.33 si, par litre d'eau, nous envoyons dans le liquide 2 litres d'air.

» L'appareil n'est nullement un objet de cabinet de physique; il est entré dans la pratique, et les Américains en ont construit qui débitent 45 mètres cubes par minute.

» L'appareil provoque donc le *foisonnement de l'eau et de l'air*; mais ce n'est pas celui-ci qui élève l'eau; c'est (voir fig. 1) la colonne *mn op* extérieure au tuyau d'ascension, et dont la densité est restée 1.00, qui presse sur la base de la colonne interne, dont la densité est 0.33, et la refoule.

» Il faudra donc, dans le cas cité plus haut, une colonne trois fois plus haute, de densité 0.33, pour faire équilibre à la colonne *mn op*, dont la densité est restée 1.00.

» Si nous coupons le tuyau d'ascension en A, en dessous du niveau piézométrique du mélange d'eau et d'air, il y aura, d'une part, d'abord jet violent, puis déversement de l'eau en A, et celle-ci, par le fait de la pesanteur, fera cascade tout autour du tube d'amenée. D'autre part, l'air continuera à s'élever, produisant en B un souffle très sensible. Si nous pouvions colorer cet air, comme les hydrologues colorent les sources, nous verrions en B un panache en forme de pin-parasol, comme on en voit au-dessus du cratère d'un volcan en éruption. (Voir fig. 3, en B'.)

» Si l'on diminue ensuite la venue d'air, la densité de la colonne ascendante augmentera; elle ne pourra plus atteindre la partie supérieure du tuyau (voir fig. 2); l'air se dégagera alors en *a*, produisant à ce niveau un léger bouillonnement, tout comme il s'en produit un dans un volcan lorsque la lave, par faute de pression, n'arrive pas à être déversée par le cratère et se maintient au-dessous du niveau de celui-ci (fig. 4, en *a'*).

» Si nous remontions le pied du tuyautage en *op* (fig. 1), tout en le maintenant plongé dans l'eau, les phénomènes ne se reproduiraient plus. C'est donc bien la *contre-pression* qui, en *mn* (fig. 1 et 2), provoque l'ascension du liquide.

» L'appareil à air comprimé est donc un volcan en miniature, où l'air injecté remplace la vapeur d'eau surchauffée et où l'eau et les gaz mêlés dans le tube d'ascension remplacent les laves et les bulles de

la cheminée volcanique, présentant absolument les mêmes phénomènes que les volcans.

» L'eau dans le tuyautage du compresseur, la lave dans la cheminée du volcan, s'élèvent donc, non pas comme le vin de Champagne entraîné par le dégagement du gaz, *mais bien sous l'action de la pesanteur* et des contre-pressions internes, phénomène absolument différent.

» Il paraît cependant étrange, à première vue, que la lave puisse s'élever à 3 000 mètres et plus, par la seule action de la pesanteur. Il ne peut y avoir cependant d'autre cause. »

Il suffit de comparer aux figures 3 et 4, représentant le dispositif volcanique, le dispositif artésien, muni du compresseur à air, en état de charge, soit très accentuée (fig. 1), soit minime (fig. 2) pour saisir immédiatement le bien fondé du principe d'assimilation proposé par M. van Ertborn.

Dans la figure 3, le foisonnement produit en C par l'action des roches disloquées avoisinantes, au contact du magma igné, modifie et diminue fortement la densité de la colonne lavique H', rendue ascensionnelle grâce aux contre-pressions latérales et sous-jacentes des régions non foisonnantes et restées denses : D E F. Il y a déversement lavique en A' au bord du cratère et coulée en LL'; mais, tout d'abord, il y a vive projection en B', tout comme dans le choc initial ayant violemment projeté l'air en B, dans le cas du compresseur de la figure 1. Il est encore permis, pense M. van Ertborn, d'admettre l'existence de dispositifs souterrains, tels que G' : cavités se remplissant de vapeur et de gaz, résultant du foisonnement de la région D E F voisine de C, dispositifs qui joueraient, jusqu'à un certain point, le rôle du réservoir compresseur G de la figure 1.

La figure 4, enfin, montre le cas du volcan sans caractère explosif, analogue à celui du compresseur (fig. 2) insuffisamment chargé d'air. Dans ce cas, le faible degré de foisonnement des roches de la région c et, adventivement, le minime développement des cavités gazeuses g' aidant à la compression des laves, n'ont pu déterminer dans la colonne lavique h' ni une contre-pression suffisante, ni un développement gazeux assez considérable pour amener l'ascension de la lave a' jusqu'aux orifices externes de déversement et, encore moins, pour produire le *choc explosif initial*, correspondant à l'explosion volcanique. Il n'y a alors que de faibles ruptures d'équilibre des tensions internes, restées insuffisantes, non seulement pour amener le processus explosif, mais encore pour permettre l'ascension complète et le *déversement* des laves.

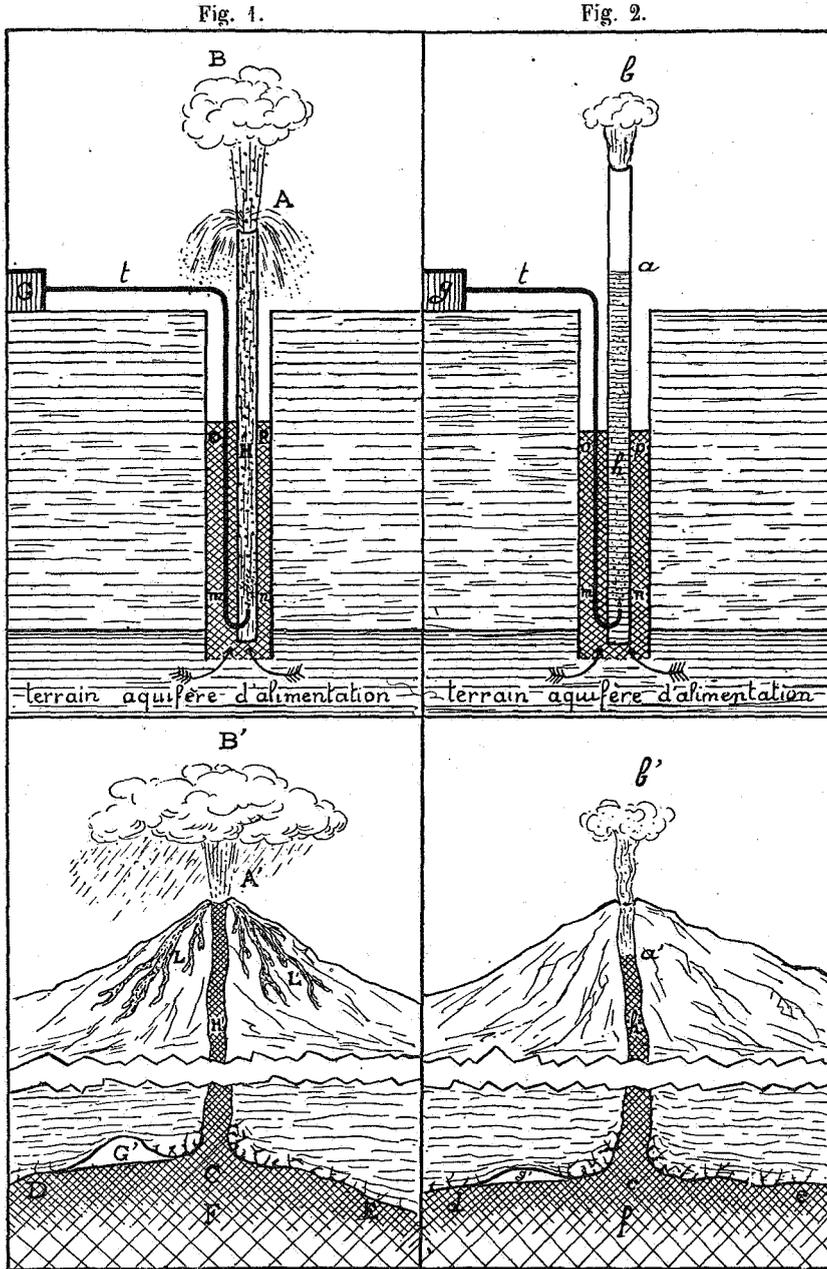


Fig. 3.

Fig. 4.

LE COMPRESSEUR A AIR ET LE VOLCAN.

En terminant son exposé, M. van Ertborn rejette, une fois de plus, toute thèse qui, comme celle de M. Stanislas Meunier, dans une certaine mesure, tend surtout à comparer le volcan à un simple appareil hydraulique, c'est-à-dire à un dispositif dans lequel l'eau joue un rôle plutôt passif et n'agit que par l'effet de sa pesanteur.

Dans les volcans, dit enfin M. van Ertborn, l'eau agit par la détente de sa vapeur, tout comme dans les machines, et à ce point de vue il y a une différence radicale entre les deux actions.

M. le *Président* remercie M. van Ertborn de son important exposé et donne ensuite la parole à M. Van den Broeck pour faire une communication relative au même sujet.

NOUVELLE THÉORIE

DE

L'EXPLOSION VOLCANIQUE

BASÉE SUR LA COMBINAISON DES VUES DE M. O. VAN ERTBORN

AVEC LES EXPÉRIENCES ET THÈSES DE MM. A. GAUTIER ET A. BRUN ET AVEC LA THÉORIE DE M. A. STÜBEL

PAR

E. VAN DEN BROECK

Tout d'abord, je déclare être parfaitement d'accord avec M. van Ertborn pour admettre un parallèle très justifié, une véritable *identification* même, entre le principe des forces mises en jeu par les *compresseurs à air*, actuellement adaptés à un grand nombre de puits artésiens, et celui des causes qui provoquent, avec la montée des laves, les *explosions volcaniques*, avec projections de cendres, de vapeurs et émissions de laves.

Toutefois, M. van Ertborn, d'accord avec les errements suivis jusqu'à ce jour, admet le rôle essentiel de la *vapeur d'eau*, dégagée par les réactions internes survenant au contact d'infiltrations profondes, provenant soit des eaux de la mer, soit des eaux des nappes circulant au sein de l'écorce terrestre. Il considère que c'est l'injection interne, dans les laves, de cette vapeur d'eau, qui constitue le facteur auquel seraient dues la contre-pression interne, en même temps que la forte réduction de densité de la *haute colonne lavique* aboutissant à la bouche des volcans.

Tout en ne partageant pas les vues de mon confrère sur ce point spécial, je crois cependant que la *comparaison* que vient de faire M. van Ertborn, entre le processus d'éruption des volcans dits explosifs et l'action de projection des compresseurs à air des puits artésiens, est plus strictement exacte et mieux justifiée encore que ne le croit son auteur lui-même.

Mais ce n'est nullement de l'eau, vaporisée et surchauffée, qui monte et s'élève avec les laves dans la cheminée des volcans, et dont les vapeurs, sous haute tension, amèneraient la diminution de densité de la colonne visqueuse des laves, soumises aux pressions latérales des *réservoirs ignés sous-jacents*, d'une densité plus grande. Le facteur gazeux réclamé et obtenu au delà des espérances de M. van Ertborn pour l'application de la thèse du compresseur, nous allons le trouver dans un état d'abondance et de pression extraordinaires, et ce gaz, jouant le rôle de l'air des « compresseurs artésiens », c'est l'HYDROGÈNE!

Or, c'est précisément de tous les gaz celui qui, par sa légèreté et sa forcée ascensionnelle, est le plus apte à jouer le rôle d'*entraîneur* et d'*agent véhiculatoire* des laves dans lesquelles il a dû apparaître, en foisonnant, dans les régions inférieures de la colonne en fusion. Montant évidemment à l'état de bulles, fortement comprimées, surtout au début, par la double influence des réactions internes originaires et des nombreuses atmosphères de pression ambiantes existant dans les profondeurs de l'écorce terrestre, l'hydrogène foisonne en montant et se détend brusquement à son arrivée au jour, dans le fond ou à l'orifice du cratère, c'est-à-dire à la sortie du bain lavique expulsé des profondeurs. Amené au contact de l'air et soumis enfin à l'influence des *manifestations électriques* qui accompagnent si généralement les éruptions volcaniques, cet hydrogène qui, s'il n'était pas surchauffé et fortement comprimé, se contenterait de brûler paisiblement à l'air, se combine instantanément, sous forme explosive, avec l'oxygène atmosphérique et donne naissance au phénomène bien connu de la *reconstitution de l'eau*, en même temps qu'il y a projection et pulvérisation laviques. C'est donc *alors seulement* que l'eau prend naissance au sommet de la cheminée du volcan, comme parfois aussi dans ses bouches adventives et latérales, et on la voit s'élever de ces divers orifices sous forme de ces abondantes et colossales volutes de vapeurs tourbillonnantes et moutonnées, que l'image de toutes les grandes éruptions a popularisées, surtout comme aspect caractéristique de la phase d'activité des volcans à régime explosif.

Par refroidissement dans les couches élevées de l'atmosphère, une

partie de ces vapeurs se condensent et se résolvent instantanément en ces pluies torrentielles, diluviennes, caractéristiques également des éruptions de l'espèce, et si foudroyantes par leur soudaineté et leur intensité qu'elles deviennent elles-mêmes un nouvel élément cataclysmique et de dévastation, venant ajouter ses ravages à ceux du feu.

Déjà, la notion très précise était depuis longtemps obtenue par l'examen microscopique des laves, des scories, des ponces, des lapilli, des sables et des cendres volcaniques, que l'eau ne devait entrer pour rien dans le processus de formation de ces matières, dont la plupart consistent simplement en débris, diversement calibrés, de projections émanant de véritables *explosions* de masses laviques, brisées ou pulvérisées. Cette constatation impliquait déjà le rôle prépondérant des gaz inclus dans la lave et se détendant brusquement à leur arrivée au jour.

La structure *vacuolaire* de certains produits volcaniques, dont cette écume des niveaux supérieurs des laves acides, qui est représentée par les *ponces*, fournit un exemple frappant, cette structure montre à l'évidence — par la trace ou « moulage » ainsi conservé de ces inclusions gazeuses, dont aucun caractère non plus ne dénonce un processus dû à la vapeur d'eau — combien l'élément gazeux est prépondérant, surtout vers les régions supérieures et d'arrivée au jour des masses laviques de la cheminée du volcan.

Mais d'où vient ce gaz hydrogène exhalé des profondeurs ; quelle est son origine et sur quoi peut-on fonder l'affirmation, émise plus haut, qu'à son arrivée au jour, cet hydrogène, par sa combinaison avec l'oxygène de l'air, RECONSTITUE de l'eau ? Quelle eau se trouve ainsi reconstituée, et n'est-ce donc pas là un retour indirect aux vues régnantes repoussées plus haut, d'après lesquelles les eaux marines, ou les eaux d'infiltration de l'écorce terrestre, ou bien encore l'eau « de carrière » auraient à jouer, dans d'autres conditions peut-être, le rôle primordial qui leur avait été jusqu'ici attribué ?

La réponse — et une réponse péremptoire — à toutes ces questions est fournie par les magistrales et fécondes études du savant chimiste français M. Armand Gautier, de l'Institut, qui vient d'être amené tout récemment, à la suite d'une série de recherches sur l'hydrogène atmosphérique, publiées tant dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* que dans les *Bulletins de la Société chimique de Paris*, à exposer les résultats inattendus de ses expériences, qui l'ont mis à même, finalement, de formuler une *théorie nouvelle des volcans*.

Cette théorie, à la fois des plus simples et des plus saisissantes, vient

remarquablement se combiner avec celle de M. van Ertborn telle qu'elle est ici amendée et complétée dans la genèse des éléments gazeux qu'elle invoque comme base de l'assimilation qui vient d'être proposée.

Il convient d'ajouter qu'un autre observateur des plus sagaces, M. A. Brun, de Genève, en partant d'une étude visant spécialement la température des laves et le point de fusion de leurs divers matériaux, et en poursuivant, parallèlement aux recherches de M. Gautier, des expériences du même genre, était de son côté arrivé aux mêmes résultats dans leur application à la théorie de l'éruption volcanique dite explosive.

Il est réellement remarquable que ces travaux, poursuivis indépendamment les uns des autres, aient abouti aux mêmes conclusions, et c'est là une garantie de leur haute valeur. Les conclusions de M. A. Brun se trouvent énoncées dans le numéro de juin 1902 des *Archives des Sciences physiques et naturelles* (1), développant les mêmes vues exactement que celles dont le principe se trouvait déjà énoncé le 22 octobre 1900 par M. A. Gautier dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* (2) et qui, reprises dans les *Comptes rendus* des 14 et 28 janvier 1901 (3) et précisées ultérieurement (4), ont abouti au très suggestif exposé présenté à l'Institut par M. A. Gautier en décembre 1902 et qui n'a toutefois paru que dans le numéro du 5 janvier 1903 (5). Dans cet article, la grande portée des recherches et constatations du savant chimiste français pour la genèse du processus volcanique, spécialement dans ses manifestations explosives, est mise en relief, ainsi qu'il convient. Ces vues si révélatrices se trouvent ainsi toutes prêtes, par l'adjonction que vient leur apporter la thèse, un peu amendée, de M. van Ertborn, à illuminer d'un jour entièrement nouveau l'obscur problème du processus éruptif volcanique; elles aboutiront, j'espère pouvoir le démontrer ultérieurement, à des résultats d'un ordre plus général encore.

(1) A. BRUN, *Notes pouvant servir de base à une théorie de l'explosion volcanique.* (ARCH. DES SC. PHYS. ET NAT., 4^e période, t. XIII, n^o de juin 1902, pp. 596-601.)

(2) A. GAUTIER, *Origines de l'hydrogène atmosphérique.* (C. R. ACAD. DES SCIENCES DE PARIS, t. CXXXI, n^o 17, 22 octobre 1900, pp. 647-652.)

(3) A. GAUTIER, *Produits gazeux dégagés par la chaleur de quelques roches ignées.* (C. R. ACAD. DES SCIENCES DE PARIS, t. CXXXII, n^o 2, 14 janvier 1901, pp. 58-64.)

(4) A. GAUTIER, *Production de l'hydrogène dans les roches ignées. — Action de la vapeur d'eau sur les sels ferreux.* (IBIDEM, n^o 4, 28 janvier 1901, pp. 189-194.)

(5) A. GAUTIER, *A propos de la composition du gaz des fumerolles du Mont-Pelée. — Remarques sur l'origine des phénomènes volcaniques.* (IBIDEM, t. CXXXVI, n^o 1, 5 janvier 1903, pp. 16-20.)

Je compte reprendre et rédiger à loisir pour les *Mémoires*, en le complétant, l'exposé détaillé des recherches et des travaux de MM. Gautier et Brun, car je crois d'autant plus utile de faire l'analyse aussi complète que possible de leurs travaux, que ceux-ci comprennent, du moins en ce qui concerne M. Gautier, un très grand nombre d'articles épars, depuis 1900, dans divers recueils comprenant notamment six gros volumes des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*. Les géologues me sauront gré, j'espère, de réunir à leur intention, dans le travail projeté, les données extraites de ces nombreux travaux, qui sont appelées à les intéresser, d'autant plus, il ne faut pas se le dissimuler, qu'ils donneront lieu à de sérieuses controverses et discussions.

Les quelques données préliminaires qui vont suivre et qui sont tirées des dernières publications du savant chimiste français, suffiront pour montrer l'importance des résultats obtenus par MM. Gautier et Brun.

C'est à l'occasion des données fournies par M. Moissan sur la composition des gaz provenant des fumerolles du Mont-Pelée (1) que M. Gautier a tenu à rappeler l'identité de nature des gaz volcaniques avec ceux que, au cours de ses expériences de laboratoire de ces dernières années, il avait obtenus comme émanations, sous l'influence de la température portée au rouge naissant, des roches cristallines, telles que les granits, porphyres, ophites, lherzolites, etc. Placées dans les conditions voulues d'élévation de température, ces roches ont fourni, outre une très notable proportion d'eau, — qui n'est nullement de « l'eau de carrière », mais une *eau de constitution*, — une proportion assez forte de gaz, pouvant s'élever jusque seize fois le volume de certaines des roches expérimentées.

Les bombes, lapilli et cendres projetés par le Mont-Pelée sont formés d'une andésite dont les inclusions, à base d'hyperstène, contiennent de fortes proportions de silicates ferro-magnésiens. Ce sont là précisément les types des roches « cristalliniennes » profondes qui se sont montrées, dans le laboratoire de M. Gautier, les plus aptes, par simple influence de la chaleur, à fournir, en même temps qu'une forte proportion d'eau de constitution, — réapparaissant d'ailleurs à chaque application de la chaleur, — un volume considérable de gaz : les mêmes, qualitativement, que ceux des fumerolles du Mont-Pelée, savoir : l'hydrogène,

(1) HENRI MOISSAN, *Sur la présence de l'argon, de l'oxyde de carbone et des carbures d'hydrogène dans le gaz de fumerolles du Mont-Pelée, à la Martinique*. (C. R. DE L'ACAD. DES SCIENCES DE PARIS, t. CXXXV, n° 24, 15 décembre 1902, pp. 1085-1088.)

l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, le méthane ou grisou, et encore quelques gaz accessoires (azote, argon, etc.).

Mais, dans ces expériences, c'est surtout l'HYDROGÈNE qui, avec l'acide carbonique, venant ensuite comme degré d'abondance, est dégagé en *quantité prépondérante*, comme le montrent certains granits, d'où cet élément gazeux a été dégagé à proportion de plus de 77 % des gaz produits.

L'hydrogène, d'ailleurs, ne résulte pas seulement des émanations directes gazeuses de la roche sous l'influence de la chaleur au rouge; il est encore produit corrélativement par la réaction chimique qui, faisant apparaître l'*eau de constitution* de la roche surchauffée, la fait aussi se décomposer en ses deux éléments dont l'un, l'oxygène, se combine avec les silicates ferreux de la roche (péridot, hyperstène, pyroxène, biotite, augite, etc.), qui le fixent en se transformant en silicates ferriques ou ferroso-ferriques, tandis que l'hydrogène, *libéré*, s'ajoute à celui émanant directement à l'état gazeux de la roche portée au rouge.

Il semblerait que la très infime proportion d'eau de constitution que la chaleur parvient à faire dégager des roches « cristalliniennes » ne puisse amener des réactions bien importantes. Et cependant il n'en est rien, comme on va le voir.

Les expériences de M. Gautier ont montré que 1 kilogramme de granit porté au rouge produit 10 grammes d'eau, dont 7 à 8 grammes vers le rouge, et produit aussi un volume de gaz égal à sept ou huit fois celui de la roche. Un mètre cube de granit, pesant 2 664 kilogrammes, donnera donc, dit M. Gautier, 26 640 litres d'eau; *un kilomètre cube* en fournira donc 26 640 000 tonnes, soit plus de 26 millions de mètres cubes. Les gaz directement dégagés de ce kilomètre cube de roches échauffées produisent, à leur tour, 7 milliards de mètres cubes de gaz combustibles, qui, produits à la température du rouge, occupent alors un volume triple (1).

(1) Une réflexion, d'ordre restrictif, s'impose ici, au sujet de l'application du raisonnement de M. Gautier à des volumes rocheux aussi considérables que des kilomètres cubes de roches cristalliniennes qu'affecteraient d'importants phénomènes d'élévation de température. Une forte et uniforme élévation de température d'une masse profonde telle qu'*un kilomètre cube* de roches cristalliniennes ainsi influencé ne peut guère se comprendre sans trop de difficultés, semble-t-il, que s'il s'agit de masses cristalliniennes s'étendant sur *de nombreux kilomètres d'étendue souterraine*, mais avec des épaisseurs affectées relativement *peu considérables*. Il ne semble pas que la chaleur émanant de masses ignées mises, par glissement ou par effondrement, en contact avec des roches cristallines, puisse affecter celles-ci sur des

Que l'on juge de l'effort colossal des pressions internes ainsi obtenues par le simple échauffement des roches; n'y trouve-t-on pas réellement, comme le préconise M. van Erthorn, la merveilleuse amplification du dispositif des « compresseurs à air » prêt, sous cette forme grandiose, à faire foisonner le gaz léger injecté dans la masse lavique de toute cheminée volcanique voisine et à en diminuer en même temps la *densité*, de manière, grâce aux *contrepressions internes* développées tant par cette différence de densité que par l'action élévatoire et propulsive des gaz injectés, à en forcer irrésistiblement l'ascension jusqu'aux cratères et bouches d'émission superficielles?

Mais revenant aux gaz exhalés *directement* par le granit et tablant sur la proportion de 70 % d'hydrogène que contiennent ces gaz pour le dégagement fourni par ce type de roche, on arrive, avec M. Gautier, à conclure que 1 mètre cube de granit fournira encore 700 litres d'hydrogène. Le kilomètre de roche dont la production d'eau de constitution a été calculée tantôt, comme s'élevant à 26 millions de mètres cubes, fournira encore comme résultat de ses 7 milliards de mètres cubes de gaz, 5 295 millions de mètres cubes d'hydrogène. Arrivé à la surface de la colonne lavique du volcan et par combinaison avec l'oxygène de l'air, cet hydrogène donnera naissance au même volume de vapeur d'eau. Celle-ci, à raison de 0^{gr},806 par litre, constituera ainsi un apport supplémentaire de 4 266 000 tonnes d'eau. Avec les 26 millions de tonnes obtenus par dégagement de l'eau de constitution, le *kilomètre cube* de roche granitique aura ainsi produit environ *51 millions de tonnes d'eau*. « C'est, dit M. Gautier, la masse d'eau qui coule en

épaisseurs très fortes. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner ce qui se passe à l'extérieur du volcan, alors que la lave se montre si peu conductrice qu'elle est déjà figée et refroidie à la surface, tandis que, intérieurement, la coulée conserve, pendant des périodes prolongées, sa température de fusion.

Des phénomènes pouvant se produire dans quelques mètres ou décimètres d'épaisseur de granit et s'appliquer aisément à quelques centaines de mille mètres cubes plus ou moins « latéraux » de cette roche, peuvent ne plus se trouver justifiés si l'on voulait étendre le calcul à des masses profondes qui seraient affectées sur des épaisseurs « kilométriques », voire même simplement « hectométriques ».

Il est hors de doute d'ailleurs que c'est bien avec l'interprétation rationnelle ci-dessus que l'entend M. Gautier, lorsqu'il étend à un *kilomètre cube* de granit les résultats fournis expérimentalement par l'échauffement au rouge de minimes quantités de la même substance. Pendant l'impression de la présente note, ceci m'est d'ailleurs confirmé par l'auteur, qui m'écrivit que, quand il parle d'un kilomètre cube de granit, il ne veut en effet nullement dire un cube d'un kilomètre de côté, mais vise le *volume* d'un kilomètre cube, s'appliquant à une couche aussi mince qu'on voudra, pourvu qu'elle soit assez étendue.

douze heures à Paris dans le lit de la Seine, avec le débit moyen de 694 mètres cubes à la seconde (1). »

Voici comment conclut la note du 5 janvier 1903 de M. Gautier :

On voit que pour expliquer l'origine de l'eau des volcans, la nature des gaz qu'ils rejettent, et la violence des phénomènes éruptifs, il n'est nécessaire, ni de faire intervenir la pénétration des eaux de la mer jusqu'au feu central, ni d'invoquer les réactions internes qui peuvent encore s'y produire, réactions fort hypothétiques, car elles ont probablement atteint leur état d'équilibre définitif depuis les milliers d'années que les matériaux terrestres sont portés à l'incandescence. Mais il suffit, pour qu'il se produise des éruptions gazeuses d'eau et de gaz combustibles caractérisant les volcans, que les dépôts de roches sédimentaires, toujours décroissants sur les continents et croissants sur le fond des mers, se répartissent inégalement à la surface du globe et que les formes internes se modifient elles-mêmes lentement ou brusquement sous l'effet de ces pressions, pour que les strates profondes se réchauffent de quelques centaines de degrés au contact des parties centrales encore fondues qui pénètrent à travers toutes leurs fissures.

Le dégagement des gaz volcaniques avec leur composition et leur pression formidable sera la conséquence nécessaire de ce simple réchauffement.

De même que j'ai cru devoir, dans l'intérêt même de l'ingénieuse hypothèse émise par M. van Ertborn, en modifier certaines données, et me suis trouvé amené à remplacer son facteur essentiel *vapeur d'eau* par l'élément *gaz hydrogène* et autres gaz combustibles, de même aussi

(1) Un cube de 1 kilomètre de côté n'est, en somme, dit M. Gautier, qu'une masse bien petite dans l'immense volume des couches terrestres, ou vis-à-vis du cubage des Alpes, ou simplement comparé à quelques-uns des *effondrements historiques*, tels que celui du Grand-Ruun, près du golfe de Cutch, dans l'Inde, qui, en 1819, engloutit dans la mer un volume de plus de 20 kilomètres cubes.

Cela est exact assurément, mais si l'engloutissement dans la mer de 15 ou 20 kilomètres cubes de roches est peu de chose dans la grandeur de certains phénomènes d'ordre tectonique, il est beaucoup moins facile d'imaginer que de pareils cubes puissent être, *dans toute leur épaisseur*, portés aux températures élevées nécessaires aux réactions dévoilées par les expériences de laboratoire. Pour y arriver, il faut laisser entièrement de côté, comme c'est d'ailleurs dans la pensée de M. Gautier, la notion de volumes cubiques de forte épaisseur, pour n'appliquer le raisonnement qu'à des volumes dont l'une des surfaces aurait un développement considérable et dont l'épaisseur affectée resterait relativement minime : tels les volumes adjacents aux surfaces souterraines de contact, de faille, de glissement, de chevauchement, etc., soit précisément là où, en effet, ont le plus de chances de se produire, tant les phénomènes de décollement, d'effondrement, etc., que les phénomènes calorifiques dus au frottement ou à l'influence de voisinage de roches sous-jacentes, à températures élevées, ou même ignées.

je compte ultérieurement chercher à apporter certains correctifs à l'exposé des considérations touchant les éléments d'*ordre tectonique* ou plutôt géomorphologique, invoqués par M. A. Gautier, pour expliquer les phénomènes d'élévation de température qui doivent être l'occasion des dégagements gazeux et aqueux des roches profondes cristallines.

Pour le moment, je me bornerai à objecter que l'*extrême lenteur* des phénomènes d'ablation continentale et de sédimentation marine qui pourraient, par leur importance, influencer comme source de modification de pression sur l'écorce terrestre et réagir dans les profondeurs pour y amener des modifications d'équilibre, n'est guère favorable à ce que seuls de tels facteurs puissent être mis en corrélation avec l'histoire et avec l'évolution, parfois très rapide, des manifestations volcaniques.

A cela M. Gautier pourrait répondre que cette lenteur est cependant conciliable, jusqu'à un certain point, avec l'évolution si brusque des phénomènes volcaniques. Ceux-ci, en effet, ne se produisent que quand l'action des gaz réactionnels a acquis une pression suffisante pour provoquer les phénomènes d'émission ou de projection au dehors. Le phénomène peut être lent et continu dans sa cause, tout en nous surprenant par sa brusquerie, ses manifestations ne nous étant perceptibles que par la destruction de certains obstacles à l'expansion des fluides et des matières internes.

Il y aurait toutefois à fournir, comme motifs originaires des phénomènes calorifiques invoqués, bien d'autres facteurs, appelés à agir plus énergiquement sur les modifications d'équilibre interne des compartiments et voussoirs de l'écorce terrestre pouvant entrer en activité de mouvement et provoquer, en profondeur, les phénomènes de réchauffement. L'étude de ce point de vue, qui paraît pouvoir être traitée comme un corollaire confirmatif des vues de M. Stübel, sera reprise ultérieurement et je compte développer tout spécialement l'examen de cette question dans le mémoire destiné à amplifier la présente communication. Mais, dès aujourd'hui, je tiens à faire remarquer que l'ensemble de vues nouvelles qui se basent, d'une part, sur les recherches et expériences de MM. Gautier et Brun, d'autre part, sur le processus d'action des compresseurs à air des puits artésiens, évoqué par M. van Ertborn, s'applique également bien à n'importe laquelle des vues générales que l'on pourrait adopter pour la genèse et la constitution de l'écorce terrestre dans ses rapports avec les magmas en fusion.

Quelques remarques complémentaires vont brièvement en fournir la preuve.

Le géologue qui, malgré tant de bonnes raisons à opposer à ces vues, est encore partisan d'un feu central communiquant *directement* avec les cheminées volcaniques, et qui considère l'écorce terrestre comme une masse dépourvue de foyers périphériques et subissant, dans toute son épaisseur, à la façon de la couche corticale d'une pomme ridée, les effets et les plissements de la contraction multiséculaire, interprète donc cette écorce comme ayant continué jusqu'à nos jours à subir, *dans toute sa masse*, une série d'efforts tangentiels ayant fait coïncider avec les plis dus à la contraction la localisation d'immenses fractures et failles traversant de part en part ladite écorce.

La figure classique ci-après (1) représente la synthèse de ce système. On y voit le pli, fracturé et faillé, séparer une région haute d'une région basse, différenciation qui est le résultat de l'action tectonique qui a amené le pli ici représenté comme ayant affecté tout l'ensemble de l'écorce terrestre entourant un noyau central igné, mais qui, il importe de le remarquer, peut aussi ne représenter qu'une *fraction de l'épaisseur* de cette écorce, fraction mise en contact par-dessous, soit avec une zone ignée, telle qu'un des foyers périphériques les plus supérieurs du système Stübel, soit avec une masse ignée unique, circumcentrale, entourant un noyau de constitution quelconque.

Par suite tout simplement des altitudes inférieures de la dépression, celle-ci est envahie par les eaux marines, ou autres, qui s'y accumulent en *a a'*, tandis que la région haute *b b'* représentera la section transversale du pli, qui se prolonge (normalement au dessin) sous forme d'une chaîne montagneuse côtière ou littorale. Les *cassures* alors, principalement réunies d'après les lois de la mécanique, sur le flanc abrupt *C*, serviront d'amorce et de guide tout indiqués à l'intrusion des laves et du magma fluide *D*, lesquels, arrivés au jour en *d*, *d'* et *d''*, y créeront des exutoires du réservoir igné *D*, c'est-à-dire des volcans et des bouches éruptives.

(1) Décalqué, dans ses éléments principaux, d'après le tracé classique que rééditent l'un après l'autre divers manuels, le dessin ci-après présente le manque de proportion habituel des figures schématiques de ce genre. En effet, par rapport à l'épaisseur de la croûte terrestre, qui doit être évaluée à plus de 60 kilomètres, la profondeur des mers, s'étendant en *a a'*, et la hauteur de la chaîne montagneuse dont les sommets sont en *b b'* se trouvent considérablement exagérées. Mais la mise au point du dessin d'après des proportions normales en rendrait moins saisissant le côté démonstratif. D'ailleurs, le défaut de proportion s'amointrit considérablement lorsqu'on considère le magma igné représenté comme un *foyer périphérique*, inclus au sein de l'écorce terrestre, dont la partie supérieure, alors seule représentée ici, ne constituerait plus qu'une minime fraction.

La proximité relative, parfois immédiate, de la mer dans des sites pareils avait fait croire, non pas tout simplement que la distribution très générale des volcans le long de certains rivages maritimes montagneux est essentiellement due à l'accident tectonique et à ses conséquences altimétriques, mais elle avait porté les géologues à admettre que la proximité de la mer — simple corollaire de la production de zones déprimées, voisines de relèvements montagneux — devait être considérée comme un facteur agissant, source de l'intrusion des eaux marines, dont la réaction souterraine, au contact du réservoir *D*, aurait provoqué le phénomène volcanique avec ses colossales sorties de vapeurs d'eau, etc.

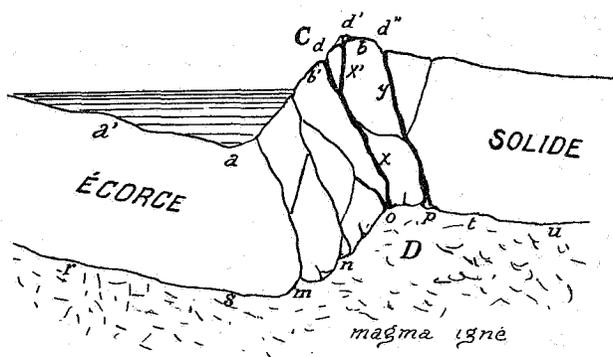


FIG. 1. — Dispositif pouvant servir indifféremment à illustrer l'hypothèse du magma igné considéré comme « feu central » ou « circumcentral » en présence de l'ensemble de l'écorce terrestre, et l'hypothèse d'une masse ignée laccolithique (foyer périphérique) recouverte par la partie superficielle, seule pliée et fracturée, de cette même écorce, alors représentée partiellement dans son épaisseur.

Écartant ce point de vue accessoire, erroné si on le considère comme une donnée générale, et revenant à la figure schématique, bien connue, représentée ci-dessus, n'y lit-on pas clairement que les mouvements et glissements des voussoirs corticaux terrestres, leurs ruptures d'équilibre, chutes et effondrements devront se produire de préférence précisément dans les régions disloquées telles qu'en *m n o p*, plutôt que dans les régions latérales à allures régulières *rs tu*, non en rapport avec les parties disloquées et faillées en connexion avec l'accident tectonique ?

Pour les partisans du feu central donc, les phénomènes mécaniques de frottement, de glissement, d'effondrement et de chutes internes des zones rocheuses cristalliniennes profondes, libérées et amenées ainsi, par les simples lois de la pesanteur, en contact avec les régions du magma igné, se produiront fatalement avec plus de fréquence et

d'intensité que partout ailleurs, précisément aux points où la structure disloquée de l'écorce terrestre aura donné naissance aux volcans de la surface actuelle. Il en résulte que les processus spéciaux invoqués par les thèses de MM. Gautier et Brun, d'une part, et van Erthorn, de l'autre; se produiront de manière à *affecter précisément les régions disloquées où se trouveront géographiquement localisés la plupart des volcans.*

Pour ceux qui, ayant abandonné l'hypothèse du feu central, admettent une mer ignée entourant un noyau soit solide, soit présentant à la fois une densité et une viscosité toutes spéciales, le raisonnement restera exactement le même que dans le cas précédent, avec cette différence que les volcans et leurs cheminées laviques ne communiquent plus alors avec le noyau central igné, mais avec une masse fluidique circumcentrale, qui, dans la figure ci-dessus, resterait le magma igné *D*. Les partisans de cette thèse ne trouveront pas plus d'objection que les précédents à l'adoption des vues nouvelles dont s'illumine la question du volcanisme.

Il pourrait être utile, pour répondre d'avance à certaines objections, de signaler rapidement pour quels motifs il est des volcans, dont le type est fourni, par exemple, par ceux d'Hawaï, qui n'obéissent en rien au processus explosif qui est spécialement visé dans les travaux de MM. Gautier, Brun et van Erthorn. Les raisons en peuvent être multiples, mais il suffira, pour le moment, d'en signaler une qui ne paraîtra pas sans valeur, d'autant plus qu'elle s'applique précisément à ces volcans d'Hawaï qui contrastent si vivement avec les volcans à régime dit explosif.

Le Pacifique constitue une immense et profonde cuvette, dont les bords sont jalonnés de près par de nombreuses trainées et séries de volcans et de chaînes volcaniques, généralement du type explosif et qui, situés sur des reliefs montagneux ou sur de puissants replis sous-marins à sommets émergés, constituent précisément des points faibles et disloqués, sinon de l'écorce terrestre considérée dans son épaisseur tout entière, comme le ferait croire, dans sa version classique, le croquis de tantôt, du moins de ses *régions solides superficielles*, ainsi qu'on le verra plus loin, et sous lesquelles des matières ignées laccolithiques s'étendent vraisemblablement, suivant les vues, qui seront rappelées tantôt, de M. le Dr A. Stübel.

Les phénomènes de dislocation fréquente, de rupture d'équilibre, d'effondrement ou de glissement et, par conséquent, d'élévation de température et aussi tout le *processus source de l'éruption explosive* est

donc bien indiqué comme devant régner tout autour de cette garniture périphérique de volcans encerclant les bords, plissés et disloqués, de l'énorme cuvette de l'océan Pacifique. Mais les volcans d'Hawaï, isolés *en plein centre* du Pacifique, sont, eux, situés sur un léger accident, très localisé, appartenant à la partie centrale, très déprimée, de cette profonde cuvette. Il y a là, conformément aux vues de Suess, une zone étendue d'effondrement lent et de pression maximum et continue, agissant sur la plus grande partie de la croûte infrapacifique qui repose sur le vaste lac ou foyer igné auquel paraît devoir correspondre la dépression du Pacifique. Sur d'immenses étendues, tout autour d'Hawaï, règnent d'uniformes et profondes plaines sous-marines, dont le soubassement ne semble dérangé par aucun accident tectonique appréciable. Il n'est plus question ici de points faibles, de dislocations, de glissements de voussoirs pour la partie de l'écorce qui sépare le plancher de l'abîme maritime du plafond de la mer ignée qui s'étend au-dessous. Il n'y a donc pas non plus, dans ces parages, de phénomènes de réchauffement de roches amenant tout le cortège de productions gazeuses et de phénomènes explosifs des régions disloquées en cours de travail localisé avec et par l'accident tectonique. Il y a là, au milieu du Pacifique, une pression colossale, *uniforme et continue*, qui s'exerce de haut en bas, une tendance à l'affaissement graduel de tout le centre de la cuvette, qui n'a pas besoin du « compresseur gazeux » pour faire écouler lentement de temps à autre par ses cheminées d'Hawaï le trop-plein de lave, qui sort paisiblement et par périodes irrégulières, suivant le jeu du phénomène d'affaissement pressant sur cette région centrale des eaux maritimes et de la mer ignée sous-jacente tout à la fois. Aussi la lave des volcans d'Hawaï s'écoule-t-elle simplement par trop-plein : telle la couleur fluide émergeant doucement d'un tube métallique lentement pressé par les doigts du peintre.

Le gaz hydrogène, dont la fluidité très spéciale des laves basiques d'Hawaï ne contrarie pas le dégagement, y est en minime quantité, précisément parce qu'il n'a guère l'occasion de se former dans des profondeurs peu disloquées et vierges, pour ainsi dire, des réactions décrites par MM. Gautier et Brun pour les régions de la masse cristalline profonde sujette à des phénomènes locaux de réchauffement. De plus, les dimensions colossales de la cheminée et du cratère concourent aussi, dans les volcans d'Hawaï, à un éparpillement des éléments gazeux, ce qui différencie nettement ce cas de celui des étroites cheminées de la plupart, sinon de tous les volcans explosifs. Et la conséquence toute naturelle, tant de cette pauvreté relative d'hydrogène que de cette

largeur des conduites d'aménée dans les volcans d'Hawaï, explique l'absence du caractère explosif et l'absence relative, ou tout au moins le très faible développement, de la vapeur d'eau.

Le cas des volcans à laves oscillantes, débordantes et à manifestations non explosives, des îles Hawaï, a donné lieu, dans les lignes qui précèdent, à une assez longue incidente, qui doit maintenant faire place au rappel d'une thèse bien différente des deux précédentes pour ce qui concerne la genèse et la structure de l'écorce solide du globe. C'est celle exposée par M. le Dr A. Stübel et qui a fait l'objet de communications de la part de MM. W. Prinz et E. Van den Broeck à la séance de novembre dernier (1). Il s'agit de la lumineuse conception des foyers périphériques de matières ignées qui se seraient injectés, en forme de laccolithes, successivement superposés, dans toute l'épaisseur de l'écorce terrestre, surtout infrasédimentaire, et dont les derniers, les moins étendus et les plus dépourvus de communications restées ouvertes avec les foyers ignés sous-jacents, voire même avec l'admissible région ignée circumnucléaire, sont ceux qui alimentent encore les volcans actuels.

La figure 2 ci-contre rappelle et synthétise ces vues qui, ainsi que je l'ai fait sommairement remarquer (2), paraissent pouvoir se concilier fort bien avec un grand nombre de faits difficilement explicables avec les autres conceptions que l'on s'était faites jusqu'ici de la genèse et de la structure de l'écorce terrestre.

Le point capital à considérer dans l'application des vues de M. Stübel à l'explication nouvelle des processus éruptifs explosifs, c'est d'abord que, par opposition aux cas précédents, l'intrusion, au sein de l'écorce et de ses régions cristallines profondes, des masses laccolithiques ignées, y amène, sans déplacement ni mouvement quelconque des roches échauffées, les conditions d'élévation de température qui provoquent tout le processus volcanique décrit antérieurement.

Ce ne sont donc plus ici des paquets rocheux qui, par glissement, cheminement ou effondrement, descendent se réchauffer sous l'influence ou au sein des régions ignées sous-jacentes : c'est la *chaleur véhiculée* par l'intrusion *ascensionnelle* des masses ignées « laccolithiques » qui atteint elle-même les roches sus-jacentes.

(1) W. PRINZ, *La genèse et la structure de l'écorce solide du globe d'après Stübel*; E. VAN DEN BROECK, *Quelques remarques à propos des vues de M. le Dr A. Stübel sur la genèse et la structure de l'écorce solide du globe, et des conséquences géologiques de cette thèse*. (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XVI, 1902, Pr.-Verb., pp. 587-592 et 594-602.)

(2) Voir note 1 ci-dessus. (*Quelques remarques, etc.*)

Mais il y a plus : Si l'élévation de température d'une roche cristalline peut et doit produire, lorsqu'elle est suffisante, ces phénomènes de dégagement d'eau de constitution et de gaz combustibles dont MM. Gautier et Brun ont si judicieusement surpris le mécanisme et mis en relief la portée processive volcanique, il est ici un autre élément, invoqué par divers auteurs, qui semblerait, d'après eux, pouvoir entrer en jeu dans la thèse de M. Stübel, et qui viendrait ajouter son action à celle du processus précédent. C'est la manifestation bien connue dans les laboratoires comme dans les ateliers d'orfèvrerie sous le nom de « rochage ». Au moment de se figer, en se refroidissant, les magmas métalliques jouissent de la propriété de *se gonfler* à l'instant où ils passent de l'état liquide à l'état solide et, corrélativement, il y a *expulsion des gaz occlus*, qui s'échappent sous forme d'une véritable explosion.

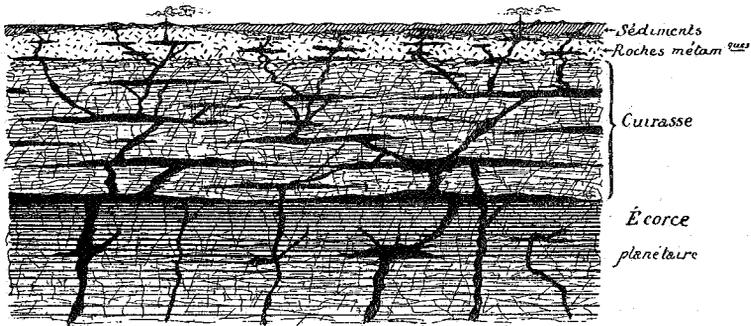


FIG. 2. — COUPE D'UNE PARTIE DE L'ÉCORCE TERRESTRE, SUIVANT LES VUES DE M. STÜBEL.

En bas, écorce planétaire de premier refroidissement. Au-dessus, la cuirasse éruptive et ses foyers périphériques de premier ordre. La cuirasse, encore chaude, s'est recouverte de roches métamorphiques et cristallines, dues à l'intervention des agents atmosphériques. Enfin, les eaux marines ont donné naissance aux couches fossilifères recouvrant le tout. Les foyers périphériques de dernier ordre se sont constitués jusque dans les sédiments, et nos volcans actuels sont alimentés par eux.

Bien que l'application de ces phénomènes de laboratoire aux magmas rocheux ignés et notamment aux magmas silicatés fondus soit vivement contestée par divers volcanologues, Stübel et les défenseurs de sa thèse s'en sont emparés comme d'un argument assuré, et ils paraissent vouloir baser même exclusivement sur le prétendu *gonflement*, qui d'après eux serait dû au refroidissement des masses ignées laccolithiques, l'expulsion des laves à la surface terrestre.

Des spécialistes, et non des moins éminents, contestent toutefois une

telle assimilation au « rochage » des lingots métalliques, assimilation défendue, cependant, dans d'importants traités classiques, tels que celui de M. A. de Lapparent. M. Fouqué veut bien m'écrire à ce sujet qu'il a constaté maintes et maintes fois par la voie expérimentale ce que bien d'autres ont dû vérifier comme lui, savoir que les silicates fondus, loin de gonfler au refroidissement, *diminuent au contraire de volume* en se solidifiant, soit sous forme vitreuse, soit plus spécialement encore sous forme de cristaux.

Devant des énonciations aussi divergentes, on ne peut que réclamer des éclaircissements nouveaux et se borner à faire remarquer que cette donnée controversée serait à grand tort considérée, par les partisans de la thèse Stübel, comme un *élément essentiel* du bien fondé des vues d'ensemble de cet auteur.

L'assimilation du processus de refroidissement des amas ignés laccolithiques à celui de la solidification de lingots métalliques peut, sans difficulté aucune, être éliminée de la thèse Stübel sans nuire en rien à l'exactitude de celle-ci. La sortie lente des laves, de même que le brusque phénomène explosif, s'expliquent aisément sans faire intervenir en rien le refroidissement des amas laccolithiques, et cela par l'intervention des facteurs exposés tant dans la thèse d'A. Gautier que dans celle de M. van Ertborn.

L'application des phénomènes du rochage au refroidissement des masses ignées laccolithiques, évoquées au sein de l'écorce terrestre par la thèse du Dr Stübel, constituerait donc, si elle est fondée, simplement un élément supplémentaire possible, non seulement d'actions mécaniques, dues à de tels phénomènes de gonflement (pouvant peut-être accessoirement être invoqués dans la genèse de certains tremblements de terre), mais encore de production gazeuse et notamment d'hydrogène et d'autres gaz combustibles, concourant, par ce processus spécial, à la réalisation des vues de MM. Gautier, Brun et van Ertborn.

Quant au phénomène de gonflement invoqué pour la phase de refroidissement du magma, s'il est justifié, il serait tout au moins l'une des causes des contre-pressions internes amenant la lente expulsion lavique du cratère des volcans.

Le paisible phénomène de montée ou d'émission lavique externe serait de temps à autre interrompu, voire même remplacé, par les phases temporaires et accidentelles de violents phénomènes de production et de foisonnement de gaz internes, surchauffés et comprimés, dont la brusque détente, à la sortie du magma lavique du cratère, constituerait à la fois le processus explosif externe, projecteur et

pulvérisateur, et le phénomène de reconstitution aqueuse, origine de la vapeur d'eau des éruptions volcaniques.

L'action « éventuelle » et discutée des phénomènes de refroidissement constituerait tout au plus l'introduction d'un facteur dont la thèse Stübel peut parfaitement se passer. Le facteur principal n'en restera pas moins fourni par la combinaison du processus des « compresseurs à air » invoqué par M. van Ertborn avec celui des phénomènes de dégagements gazeux dus au réchauffement des roches cristallines, invoqué par MM. A. Gautier et Brun.

En résumé, quelle que soit la manière de voir que l'on adopte au sujet de la genèse et de la constitution de l'écorce terrestre : que l'on soit partisan du feu central, d'un océan périphérique igné entourant un noyau solide, ou des foyers périphériques localisés et étagés de M. A. Stübel, aucune de ces manières de voir n'est le moins du monde inconciliable avec l'application des faits constatés par les expériences de laboratoire, savoir que sous l'influence d'une certaine *élévation de température*, les roches cristallines de types très divers et constitutives des régions profondes sous-jacentes à la série sédimentaire, dégagent, avec une partie de leur eau de constitution, des gaz combustibles, parmi lesquels domine l'hydrogène.

D'autre part, il reste à vérifier si, sous l'influence de *refroidissements locaux*, au contraire, les matières ignées internes peuvent réellement se gonfler et tendre à laisser sortir par leurs exutoires naturels (les volcans), outre des flots de laves, les gaz combustibles exhalés par ce phénomène de « rochage » en grand, opéré par la solidification laccolithique d'ilots corticaux de magma igné.

S'il fallait, comme le pensent M. Fouqué et d'autres volcanologistes, abandonner ces dernières vues, cela n'enlèverait qu'un facteur secondaire au mécanisme de la production gazeuse, qui alors resterait attribuée soit à la composition des laves elles-mêmes, subissant certaines influences et devenant foisonnantes, soit aux phénomènes de réchauffement des roches cristallines, invoqué par MM. A. Gautier et Brun.

Dans l'un comme dans l'autre cas, le processus explosif se résoudrait tout d'abord en une formidable poussée, essentiellement gazeuse, à détente subite à son arrivée au jour, source de tout le mécanisme éruptif à projection externe chaque fois qu'il y a communication au dehors.

Quant à la lente ascension des laves qui suit et sépare les « explosions » gazeuses, elle n'a nullement besoin pour s'expliquer du gonflement interne de refroidissement invoqué par M. Stübel et ses adeptes.

Elle est due aux contre-pressions produites par la *différence de densité* entre les laves de la cheminée, fortement imprégnées de gaz à haute pression, et les matières ignées des régions latérales et circonvoisines de sa base. Enfin, elle paraît devoir être due en même temps à la *force propulsive et élévatoire des gaz* injectés dans la lave et agissant à la manière d'un injecteur Giffard.

Que la roche descende vers la chaleur ou que la chaleur monte vers la roche, ou enfin que ce soit au contraire le refroidissement du magma qui agisse, peu importe : le résultat est le même. Qu'il y ait dans l'écorce terrestre une vaste série de phénomènes de tension, de retrait, de ruptures d'équilibre, essentiellement traduits par des effondrements de vousoirs et de fragments disloqués, comme le veut peut-être trop exclusivement Suess; qu'il y ait ou qu'il y ait eu au-dessus des foyers périphériques, de hauteur et d'âges divers, des localisations simplement « endodermiques » de ces mêmes phénomènes tectoniques : plissements, glissements, charriages et dislocations quelconques n'ayant nullement affecté les énormes épaisseurs des régions sous-jacentes de l'épaisse cuirasse terrestre rigide, restée non plissée, ni affectée dans son ensemble, tout cela se concilie indifféremment avec les thèses ici présentées dans leur intéressante connexion. Le fait capital est que toutes ces vues d'ensemble, si divergentes qu'elles paraissent, s'accordent sur ce point essentiel qu'elles permettent certainement aux roches cristalliniennes profondes d'être influencées par la chaleur et de dégager leur eau et leurs gaz de constitution. Le point qui paraît devoir rester en suspens est de savoir si, adventivement, ces vues permettent aussi d'admettre que des amas laccolithiques de matière ignée, soumis au refroidissement, peuvent concourir aux mêmes résultats, base des manifestations de l'ascension lavique et surtout du processus initial éruptif explosif.

Il convient de remarquer que le raisonnement des pages 20 à 27, qui montre, aussi bien pour les partisans du feu central que pour ceux d'une mer ignée circumcentrale, que les régions de cassure et de plissement de l'écorce solide avec exutoires volcaniques sont forcément celles où doivent s'élaborer les phénomènes invoqués par MM. Gautier et Brun, s'applique *avec bien plus de force encore* aux dispositifs de la thèse Stübel, d'après lesquels, si nous nous reportons à la figure 1, le magma igné *D* représenterait simplement un foyer périphérique igné, très excentrique par rapport à l'ensemble de l'écorce terrestre, dont la partie représentée par la figure constituerait seulement une zone absolument superficielle, seule plissée et fracturée.

Il y a dans l'ensemble des diverses considérations qui précèdent matière à d'intéressantes discussions, et j'espère que des confrères plus autorisés en la matière voudront bien reprendre l'examen détaillé de ce captivant sujet et donneront au débat toute l'ampleur qu'il comporte.

ANNEXE (1).

Quelques jours à peine après la séance du 20 janvier 1903 à laquelle a été faite la présente communication, a paru, dans le numéro daté du 21 janvier 1903 du tome III de la *Revue des questions scientifiques*, le compte rendu d'une conférence de M. A. de Lapparent intitulée : *L'Éruption de la Martinique*, causerie faite le 30 octobre 1902, à Liège.

J'ai eu le regret de ne pouvoir assister à cette conférence et je n'en connaissais aucun compte rendu. Aussi ai-je été charmé, en prenant connaissance de cet exposé de mon savant confrère de Paris, de constater que M. de Lapparent, se basant sur le caractère peu fusible et essentiellement vacuolaire des débris andésitiques et ponceux rejetés par le Mont-Pelée, s'est attaché à démontrer le rôle prépondérant de l'élément gazeux et a expliqué par la lutte entre une lave tenace et visqueuse et les poussées gazeuses, les sorties latérales et le caractère explosif des phénomènes observés. Bien que M. de Lapparent paraisse, tout au moins dans la première partie de son exposé, rester avant tout partisan d'un vaste noyau central igné, soit fluide, soit soumis, par l'énormité des pressions, à un état particulier de consistance, et qu'il admette la communication permanente de cet océan igné central ou circumcentral interne avec l'extérieur, par la voie des volcans, il n'en arrive pas moins à la très rationnelle conclusion suivante :

Dans tous les appareils volcaniques, quels qu'ils soient, le fait dominant, essentiel, est l'ascension simultanée de la lave ou pierre fondue et des gaz ou vapeurs qui l'accompagnent. Les deux phénomènes ne sont pas indépendants; leur liaison est intime. Et comme toujours la montée de la lave dans les cheminées volcaniques est précédée par une violente poussée gazeuse, il est permis de dire que le *volcanisme*, c'est-à-dire l'apparition à la surface du foyer interne d'énergie, a pour cause essentielle *la tendance des gaz mélangés à la matière ignée à se séparer d'elle*, ce qu'ils ne peuvent faire qu'en l'entraînant partiellement avec eux.

Par cette importante et très suggestive déclaration, si parfaitement fondée, qui reconnaît la nature gazeuse du facteur produisant l'élévation

(1) Texte complémentaire fourni pendant l'impression.

du flot lavique et qui montre l'association des deux éléments fonctionnant d'après le principe du « compresseur à air » des puits artésiens, M. A. de Lapparent se montre donc tout prêt à admettre à la fois les vues et la portée des expériences de MM. Gautier et Brun, en même temps que la justesse de la comparaison que vient d'énoncer M. van Ertborn.

Sans faire aucune allusion cependant aux curieuses recherches de M. A. Gautier, son collègue de l'Institut, et laissant entièrement de côté l'échauffement des roches « cristalliniennes » et la production gazeuse qui s'ensuit, M. A. de Lapparent ne mentionne que les émanations gazeuses produites par le *refroidissement* des magmas et par la diminution corrélative des pressions. Après avoir, avec infiniment de raison, repoussé la thèse d'une intrusion des eaux marines dans le processus éruptif, après avoir montré que la lave contient emmagasinés, au même titre que ses divers éléments lithologiques, *des gaz et des vapeurs qui lui sont propres* et ne provenant pas d'une source extérieure, M. de Lapparent, tout en conservant à la VAPEUR D'EAU un rôle dominant que l'on a vu en réalité devoir être attribué à l'HYDROGÈNE venu des profondeurs, admet que les *diminutions de température et de pression* sont les causes du départ de ces gaz et vapeurs ; en un mot, c'est le phénomène du « rochage », dû au refroidissement des masses ignées, qu'il considère comme la *cause primordiale* des exhalaisons de gaz et de vapeur déterminant le processus éruptif. Puisque cette assimilation au phénomène de rochage, invoquée naguère par Fournet, admise par MM. de Lapparent, Stübel et d'autres, se trouve combattue par divers spécialistes, il convient qu'une discussion préalable sur ces opinions contradictoires soit ouverte, afin de permettre que l'on sache définitivement à quoi s'en tenir sur ces énonciations opposées.

On a vu, par l'exposé qui précède, que si les phénomènes de REFROIDISSEMENT et de *diminution de pression* des magmas internes peuvent éventuellement constituer l'une des causes d'émanations gazeuses, il convient en réalité d'attribuer un rôle à la fois moins discutable et plus important aux phénomènes de RÉCHAUFFEMENT et d'*augmentation de pression* dans les régions de contact et d'influence des roches cristallines et des magmas ignés. Ces derniers phénomènes produisent à un haut degré les émanations gazeuses invoquées et l'action intensive d'énormes quantités d'hydrogène accompagné d'autres gaz combustibles, dont l'*énergie expulsive* et les hautes pressions — si justement identifiées aux effets du compresseur à air des puits artésiens — justifient bien

mieux encore que les phénomènes du refroidissement toutes les manifestations du processus volcanique explosif.

Il semble que M. de Lapparent hésite à admettre ouvertement ce qui s'impose cependant déjà à son esprit subtil; c'est que les gaz des cheminées volcaniques sont essentiellement, ou tout au moins principalement, constitués par de l'*hydrogène* et par d'*autres gaz combustibles*, et qu'enfin la vapeur d'eau n'existe dans l'appareil volcanique qu'à partir surtout de la combinaison chimique qui, *au sortir du bain lavique, l'y fait naître*, en mettant en présence de l'hydrogène surchauffé et comprimé, venant des profondeurs, l'oxygène atmosphérique, grâce auquel la *reconstitution aqueuse* s'opère, avec processus explosif, aidé d'ailleurs par les manifestations électriques qui refont, en proportion grandiose à la sortie du cratère, l'expérience classique du pistolet de Volta.

Dans sa conférence sur l'éruption de la Martinique, M. A. de Lapparent signale aussi le récent travail que Suess a consacré aux sources thermales, dont certaines, du type de Carlsbad, sont rapportées par cet auteur à ce qu'il appelle des *eaux juvéniles* ou eaux « fossiles » n'ayant tiré aucun élément ni de nos mers actuelles, ni des eaux d'infiltration des eaux météoriques (1). Étant donné que l'immense volume de vapeur d'eau fourni par les volcans trouve ses origines *dans les régions internes du globe* et non, comme on le croyait jusqu'ici, dans les eaux de la mer ou dans les eaux d'infiltration, Suess conclut avec raison que loin d'être alimentée par les eaux marines, chaque éruption contribue à augmenter le volume de la mer, en l'enrichissant à la fois en eau et en chlorure de sodium.

Le grand processus auquel a contribué au travers des âges géologiques et autrefois avec une ampleur colossale, l'ensemble des manifestations volcaniques du globe, est en somme, dit M. le Prof^r Suess, et affirme après lui M. de Lapparent, *le départ des gaz contenus dans le noyau terrestre*, et la nature nous montre la réalisation d'un tel processus aussi bien dans le jeu du refroidissement d'une masse importante d'acier que dans les phénomènes présentés par les facules solaires.

Il est intéressant de constater qu'en terminant son exposé, M. de Lapparent, tout en ne faisant pas allusion à M. A. Stübel ni à sa thèse

(1) SUSS, *Ueber heisse Quellen*. (VERHANDL. D. GESELLSCH. DEUTSCHER NATURFORSCHER UND AERTZTE, 1902. Carlsbad.) — Voir la reproduction de cette intéressante étude, découpée en trois articles insérés sous ce même titre dans les nos 690, 691 et 692 du tome XIV (1903) de la revue berlinoise : *Prometheus*.

de la genèse et de la constitution de l'écorce terrestre, s'exprime cependant dans des termes permettant d'entrevoir une adhésion prochaine, au moins partielle, aux vues du savant observateur allemand.

En effet, après s'être, au cours de sa conférence, déclaré partisan de la thèse d'un vaste noyau central igné, ou du moins d'un océan igné circumcentral, M. A. de Lapparent, reconnaissant, en raison du taux connu de l'augmentation de la température avec la profondeur, que ce ne peut guère être qu'à 50 ou 60 kilomètres sous nos pieds que régnerait la chaleur nécessaire à la fusion des roches, ajoute :

On se figure difficilement que les volcans puissent s'alimenter directement, par une cheminée plus ou moins étroite, à une nappe aussi profonde. Il est bien plus naturel d'admettre *qu'il s'est créé de longue date, dans les parties faibles de l'écorce, des réservoirs d'une certaine importance, restés sans doute en relation avec le noyau central, mais constituant, à moindre distance de la surface, des amas suffisamment indépendants les uns des autres.* On s'expliquerait bien ainsi la différence d'allure des divers districts volcaniques, ainsi que l'élaboration qui s'est accomplie, à travers les âges géologiques, au-dessous de la plupart des centres éruptifs, en permettant l'arrivée à la surface, suivant le temps, de laves tantôt fluides, tantôt visqueuses et inégalement chargées de principes actifs.

Ceci revient à admettre très explicitement le bien fondé de certaines des vues de M. le Dr A. Stübel, exposées dès 1897 dans l'étude de cet auteur consacrée aux volcans de l'Écuador (1), et il n'était pas inutile de montrer ici la marche lente mais sûre que font ces idées nouvelles dans l'histoire des progrès d'une Science dont notre illustre confrère, M. A. de Lapparent, a la brillante spécialité de se faire un des vulgarisateurs et des hérauts les plus compétents et les plus autorisés.

Qu'il me soit permis, en terminant, de refléter ici utilement certaines objections que m'a énoncées M. de Lapparent par rapport aux vues de M. Stübel, dont il accepte cependant sans difficulté la thèse des foyers périphériques isolés.

Dans une correspondance toute récente sur ce sujet, M. de Lapparent me fait remarquer que les vues du savant volcanologiste allemand

(1) Dr A. STÜBEL, *Die Vulkanberge von Ecuador geologisch-topographisch aufgenommen*, avec une carte en deux feuilles. Berlin, A. Ascher et Cie, 1897. — Voir dans les Traductions et Reproductions (pp. 51-81, pl. IV) du tome XIV (1900) du *Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, le résumé fait par M. W. Prinz des théories d'intérêt général contenues dans cet ouvrage.

lui paraissent en contradiction avec ce fait indéniable, si bien constaté en Scandinavie, en Amérique, en Asie, que partout où il y a de l'Archéen authentique, cet Archéen est effroyablement disloqué et injecté de roches granitoïdes, non par l'effet de dérangements ultérieurs, mais comme condition normale de sa formation. On peut signaler comme exemple l'Archéen si disloqué de Finlande, qui supporte du Cambrien, demeuré horizontal depuis lors.

Jamais, me fait remarquer M. de Lapparent, une pareille condition n'eût pu se produire, si à l'époque archéenne il y avait déjà eu dans la constitution du globe l'écorce planétaire et l'énorme cuirasse invoquées par la thèse Stübel. Sur un pareil support, les couches archéennes n'auraient jamais eu la mobilité que trahit leur allure actuelle.

L'excès de précision que tend à vouloir fournir la thèse Stübel à bien des points de vue sur lesquels il semble que l'on ne puisse encore entrevoir que des généralités, constitue une autre objection que je relève dans les appréciations qu'a bien voulu me communiquer M. de Lapparent. D'autre part, la thèse Stübel ne tient guère compte, que comme de phénomènes locaux et plutôt négligeables, des étroites relations qui paraissent s'établir nettement et de plus en plus intenses entre la sismicité et les dislocations de l'écorce terrestre, relations qui s'imposent comme un élément primordial, qu'il est impossible de négliger. Il suffit pour s'en convaincre, de prendre connaissance de la suggestive étude que vient de publier le professeur *J. Millne*, dans le numéro de janvier 1903 du *Geographical Journal*, sous le titre : *Scismological Observations and Earth Physics* (pp. 1-25 avec carte hors texte).

Nombreux d'ailleurs sont les points de vue à considérer dans leurs relations intimes avec l'étude des phénomènes volcaniques et avec celle de la genèse et de la constitution de l'écorce terrestre. S'il est avantageux pour les progrès de la Science de soulever des discussions, de présenter des points de vue nouveaux, il importe de ne considérer comme démontrées et acquises que les thèses ayant victorieusement passé par le crible d'une critique judicieuse, qui en puisse élaguer au besoin les parties sujettes à caution.

C'est dans cet ordre d'idées que m'a répondu M. A. de Lapparent lorsque, comme conclusion d'échanges de vues sur les thèses prérappelées, il m'a autorisé à reproduire ici l'exposé synthétique des données fondamentales qu'il considère comme acquises :

Mobilité, prouvée à travers tous les âges géologiques, de certaines parties de l'écorce terrestre, dessinant de bonne heure des compartiments

dont les bords disloqués deviennent les voies de communication de l'extérieur avec l'énergie interne.

Action permanente de cette énergie qui, vraisemblablement, à mesure que l'écorce augmente d'épaisseur, tend à se manifester de plus en plus par des foyers distincts (foyers périphériques du système Stübel).

Élaboration progressive de ces foyers avec dépôts de gaz se produisant à des époques critiques et engendrant la *volcanicité* sous toutes ses formes.

Tassement continu des compartiments disloqués, engendrant la *sismicité*.

En dehors de ces données générales, tout essai de plus grande précision paraît prématuré.

P. S. Au moment où s'impriment les lignes qui précèdent, paraît à la librairie Ch. Béranger, à Paris, l'intéressant livre consacré par M. FR. MIRON à une *Étude des phénomènes volcaniques*. Il est trop tard pour pouvoir l'analyser ici, mais il convient de signaler très sommairement le suggestif chapitre II, qui présente l'exposé des principales théories des causes du volcanisme.

L'auteur passe successivement en revue les théories de M. A. de Lapparent (celle-ci telle qu'elle est fournie dans son *Traité de Géologie*), de M. F. Fouqué et de M. Stanislas Meunier.

La toute récente théorie de M. Armand Gautier se trouve ensuite exposée, ainsi que les recherches concordantes de M. A. Brun, et enfin M. Miron termine le chapitre des causes du volcanisme en signalant la théorie, si vivement controversée, mais encore opiniâtrément défendue par de rares auteurs, des influences sidérales.

A la théorie d'A. Gautier, l'auteur se borne à objecter la remarque suivante :

« Nous ne nous rendons pas compte pourquoi l'hydrogène, si abondant dans les gaz obtenus par M. Gautier, est très rare dans la colonne de fumée, où les flammes sont des phénomènes peu fréquents, et surtout pourquoi on ne le rencontre qu'exceptionnellement dans les fumerolles. »

La réponse ne paraît cependant pas difficile à fournir. Étant admis que les conditions spéciales de pression et d'élévation de température de l'hydrogène dégagé au sommet de la colonne lavique des volcans à caractère explosif le font, avec l'aide des phénomènes électriques d'ailleurs, se combiner instantanément avec l'oxygène de l'air, au moment de sa sortie, comment voudrait-on que, ainsi retransformé en eau, ou plutôt en vapeur d'eau, cet hydrogène restât encore appréciable *comme*

gaz et pût produire des flammes (1)? Il ne peut apparaître comme tel que dans les cas où sa sortie s'effectue dans des conditions de quantité minime et de pression peu élevée, et quand les laves, très fluides, telles les laves du type basaltique, ne contrarient en rien sa libre sortie, surtout lorsque celle-ci s'effectue dans des cheminées et cratères très larges. Alors l'hydrogène, se dégageant dans des conditions de pression bien différentes, pourra ne pas se combiner avec l'oxygène de l'air et fusera comme tout autre gaz, ou brûlera lentement, en produisant des flammes à la surface de la lave. L'assimilation soit au compresseur à air des puits artésiens, soit à l'action propulsive de l'injecteur Giffard, ne pourra plus être invoquée. C'est ainsi que dans les flammes s'échappant paisiblement du large lac de laves basaltiques et si fluides du Kilauea, aux îles Hawaï, M. Janssen a reconnu, par l'examen spectroscopique, outre la présence du sodium et de divers composés carburés, celle de l'hydrogène précisément. Ce gaz, dégagé ici dans des conditions bien différentes de celles où, sous de formidables pressions, il a à vaincre la résistance de visqueuses laves trachytiques ou andésitiques, ne trouve dans les larges cratères-lacs des îles Hawaï aucun obstacle, aucune contre-pression s'opposant à son libre épanchement, et il sort de la lave en fusant et en brûlant. ce qui nuit à sa reconstitution abondante et instantanée sous forme de vapeurs d'eau. On sait d'ailleurs que les colossales productions de vapeurs qui caractérisent les volcans dits explosifs sont réduites, aux îles Hawaï, à des manifestations de très minime importance et même pour ainsi dire nulles. Le caractère explosif, les violentes projections diverses et la production abondante de vapeur d'eau sont trois éléments qui *manquent* dans le cas des manifestations volcaniques des îles Hawaï, pour cette bonne raison que l'hydrogène des profondeurs n'est point élaboré, dans ces parages en « fond de cuvette » de l'écorce terrestre, dans les proportions de *quantité*

(1) J'extraits d'une correspondance de M. Brun le passage suivant : « Ma conviction au sujet du rôle de l'hydrogène dans les explosions volcaniques était faite en mars 1901, durant la période que j'ai passée auprès du cratère du Stromboli. J'ai surveillé là de près les explosions et je puis assurer qu'à ce volcan le gaz, au moment de l'explosion, ne donne pas de flammes et est *invisible*. C'est particulièrement net lorsqu'il n'y a pas de pulvérisation trop intense de la lave par l'explosion et que les blocs sont rejetés un peu gros. . . . »

» Je me souviendrai toujours de l'impression que me fit la première explosion du Stromboli. C'était le son du *fulmicoton*. Or l'hydrogène seul, absolument seul, peut donner ce son brusque et déchirant lors de l'explosion. La foudre éclatant sans écho, à 4 000 mètres d'altitude, donne seule un son analogue, ce que j'ai pu contrôler lors d'un orage qui m'a enveloppé au Cervin, près de l'épaule suisse, à un peu plus de 4 000 mètres. » (Note ajoutée pendant l'impression.)

et de *pression* suffisantes pour donner lieu aux réactions amenant, comme dans le cas de la figure 1, et le caractère explosif et le phénomène, mentionné plus haut, de reconstitution aqueuse, au contact de l'oxygène atmosphérique. Les cheminées et cratères des volcans d'Hawaï sont d'ailleurs d'un diamètre tout à fait exceptionnel, quand on les compare à ceux des volcans ordinaires explosifs. De plus, l'*extrême densité* de ce type de lave basaltique — elle dépasse parfois 5 — constitue un autre obstacle à l'établissement des conditions qui, tant pour la lave que pour les gaz qu'elle contient, permettraient au dispositif volcanique des îles Hawaï de se trouver dans les conditions de *minime densité relative*, réalisées par tant d'autres volcans du type explosif, permettant l'assimilation au cas du compresseur à air. Ce dispositif du Kilauea et de ses voisins de l'archipel d'Hawaï se trouve nettement synthétisé par les figures 2 et 4 de la planche accompagnant le travail de M. van Ertborn.

Quant aux fumerolles, où, d'après M. Miron, l'hydrogène ne se rencontre qu'*exceptionnellement*, il y a lieu de faire de sérieuses réserves sur cette affirmation, assurément exagérée. D'abord, il faut tenir compte de l'évolution graduelle et prolongée qui se produit dans la nature comme dans l'intensité des dégagements gazeux des fumerolles; il faut s'assurer ensuite si l'on en a toujours bien recueilli ou observé tous les éléments successifs et surtout ceux de leurs phases maxima. Si l'on s'adresse à des fumerolles peu voisines des centres d'émission, l'hydrogène diminue fatalement par le fait même de l'éloignement de ceux-ci, qui a permis à de multiples séries de réactions, de carburations et autres, de se produire *avant* l'arrivée au jour des gaz internes ainsi modifiés.

Il convient d'ajouter que l'hydrogène a été nettement constaté dans bon nombre de fumerolles de régions volcaniques très diverses, et ce gaz a été trouvé en forte proportion, comme à Santorin, par M. Fouqué, pour les gaz fournis par des laves *soustraites à l'action atmosphérique* (1) (50 % des gaz produits lors de l'éruption de 1866; près de 57 % dans certain dégagement gazeux de 1867, etc.). En dernier lieu, il faut encore tenir compte de ce fait que la *vapeur d'eau* des fumerolles peut, aussi bien que celle émanant du cratère, n'être autre chose qu'un produit aqueux, reconstitué précisément grâce à l'hydrogène amené

(1). Les gaz ont été recueillis à la surface de la mer, au-dessus de l'extrémité de coulées laviques sous-marines, et il est à remarquer que la proportion d'hydrogène constatée à Santorin décroissait quand on s'écartait des régions centrales et principales d'émission des matières ignées, et que les gaz accessoires carburés augmentaient au contraire, sous forme de protocarbure d'hydrogène, de même que l'acide carbonique.

des profondeurs, et qui ne peut évidemment plus être retrouvé à l'état gazeux après ce phénomène de combinaison ayant fait, en place d'hydrogène, apparaître à l'extérieur la vapeur d'eau qui en dérive directement.

L'objection, très incidente d'ailleurs, que fait M. Miron à la thèse nouvelle et si attrayante de M. A. Gautier, ne l'empêche pas d'en faire ressortir la portée considérable, et de consacrer à son exposé une dizaine de pages de son livre, soit plus de développement qu'au texte consacré à l'ensemble de toutes les autres théories volcaniques réunies. C'est assez dire que la thèse de MM. Gautier et Brun est destinée à s'imposer fortement à l'attention des volcanologistes, à provoquer d'utiles échanges de vues, des discussions favorables à la mise au point de ces vues nouvelles et, suivant toute apparence, à recruter finalement des adeptes qui ne tarderont pas à devenir légion.

M. le *Président* remercie M. *Van den Broeck* de son très important exposé et une discussion s'ouvre sur ce sujet. MM. *Fiévez*, *Van den Broeck* et *van Ertborn* y prennent part.

Cette discussion sera reprise d'une manière approfondie après l'impression des exposés de MM. *van Ertborn* et *Van den Broeck*.

En l'absence de M. *de Brouwer*, M. *Lejeune de Schiervel* expose comme suit le travail de ce dernier.

LE

PUITS ARTÉSIEN DES ACIÉRIES

DE TERNEUZEN

d'après les documents laissés par feu le capitaine Ém. Delvaux

PAR

MICHEL DE BROUWER

Ingenieur attaché au Service géologique
Membre de la Commission de la Carte géologique

En dépouillant et classant les documents laissés par feu le capitaine Delvaux et repris par le Service géologique de Belgique, j'ai eu la bonne chance de retrouver les échantillons du puits artésien de Terneuzen, ainsi que les notes manuscrites relatives à cet intéressant travail. Avec l'autorisation de M. Michel Mourlon, directeur du Service géologique, j'en reproduis ci-après la coupe, mettant en comparaison de celles de notre regretté collègue, les notes fournies par le sondeur,

Oscar Thomaes, de Renaix. Tous ceux qui ont approché le capitaine Delvaux savent avec quel soin il se préoccupait de recueillir les renseignements sur le sol et le sous-sol de notre pays flamand.

Animé des mêmes préoccupations, M. M. Mourlon, sans se douter que M. Delvaux eût entrepris déjà ce travail, s'était, lui aussi, rendu sur les lieux, dans le courant de l'année 1901, à l'effet de ne pas laisser se perdre les échantillons de ce sondage. Son zèle ne fut pas récompensé, car à son arrivée ceux-ci étaient déjà tellement mêlés qu'il fut impossible d'en tirer aucun parti.

Malgré les soins apportés par feu le capitaine Delvaux, — et la correspondance qu'il a laissée sur la question en fait foi, — il reste encore certains points douteux dans la coupe de ce sondage. Ceci prouve combien il est nécessaire, quand un travail de ce genre s'exécute, qu'un géologue se rende lui-même sur les lieux pour la prise d'échantillons.

Voici la copie fidèle des notes trouvées dans le carnet de M. Delvaux. Elles comportent une description très exacte des échantillons, ainsi que l'interprétation géologique des terrains traversés.

Carnet de M. Delvaux

18079. TERNEUZEN, ACIÉRIES DE M. RICHE, 25 JUILLET 1900.

Sondeur, O. Thomaes, Cote \pm 2.

N ^{os} des échantillons.	Profondeur.	Description.
1	1.50	Alluvions argilo-sableuses grises, avec linéoles jaunâtres, traces de végétaux, tiges ou racines.
2	2 à 3.50	Tourbe très fibreuse, nombreux végétaux bien distincts, jaune brunâtre et brun noirâtre par places.
3	4.00	Tourbe plus dense, noire, linéoles sableuses; fragments de bois et végétaux comprimés, moins distincts.
4	4.50	Alluvions tourbeuses à éléments sableux, fins, meubles, et parties cohérentes gris brunâtre.
5	5.00	Alluvions tourbeuses à éléments sableux fins très cohérents, blancs, jaune brunâtre et brun rougeâtre.
6	6.00	Argile fine et sableuse, alluviale poldérienne, blanc grisâtre, très cohérente, pétrie de traces végétales brunâtres.
7	8.00	Même argile sableuse alluviale cohérente, finement micacée, gris jaunâtre, avec traces végétales.
8	9.00	Argile sableuse alluviale très cohérente, traces de stratification ondulée; brun-noir terne; très petits fragments de coquilles d'eau douce très minces; grains de quartz et de grès (2 millimètres) disséminés.

N ^{os} des échantillons.	Profondeur.	Description.
9	11.00	Alluvions sableuses fines avec grains de quartz moyens, peu cohérentes; gris-blanc sale, traces végétales et points limoniteux peu nombreux.
10	13 à 13.50	Sables à grains moyens et fins réguliers, meubles avec parties cohérentes, gris-jaune pâle.
11	13.50 à 15.50	Sable quartzeux moyen, pointillé de grains noirs arrondis de silex, glauconie, etc., très fins débris de coquilles; blanc pur. très meuble.
12	15.50 à 18.00	Même sable quartzeux, moyen, renfermant en plus grand nombre les éléments accidentels cités ci-dessus; blanc, un peu sali, très meuble. Fragment de bloc de silex; cailloux de silex roulés, de quartz hyalin et laiteux, de grès divers, de quartzites, d'os ou dents en fragments anguleux? roches étrangères? coquilles de lamellibranches brisées.
13	19.00	Sable fin glauconifère (sable blanc, mêlé de grains de glauconie).
14	19 à 23	Id.
15	23 à 27	Id.
16	27 à 35	Id.
17	36 à 38	Id.
18	38 à 40	Id.
19	43.00	Id.
20	43 à 51.50	Id. mélange de grains fins et gros.
21	51.50 à 53.50	Id. grains moyens.
22	53.50 à 58.50	Id. fin et gros.
23	58.50 à 63	Id. fin.
24	63 à 68	Id. fin.
25	69.00	Id. gros.
26	69 à 76	Id. fin et gros.
27	76 à 80	Id. fin.
28	80 à 87	Argile sableuse grise, finement pailletée, avec petits cailloux de silex noir bien roulés; petits cailloux de quartz hyalin, débris de coquilles et fragments de grès; dents de poisson??
29	87.50 à 89.50	Argile compacte grise avec cailloutis de silex noir, petits cailloux de quartz hyalin; tests de lamellibranches fragmentés et usés; un assez gros caillou de silex noir et un caillou de grès très cohérent constitué des éléments suivants: des fragments de lamelles de biotite, des grains de quartz hyalin, laiteux et teintés, des grains de gravier, bruns et laiteux, des grains de glauconie noire (anguleux et arrondis), de très petits fragments de tests de lamellibranches, des parties celluluses avec petits enduits jaune clair calcaire ou argileux. Le tout réuni par une pâte très peu apparente, siliceuse, noir brunâtre.

Nos des échantillons.	Profondeur	Description.
30	89.50 à 92.50	Sable meuble quartzeux moyen très glauconifère (glauconie noire), fins débris de coquilles.
31	(92.50?) 97 à 99.50	Argile compacte très dense vert noirâtre, se polissant dans la coupure.
32	103 à 108	Argile subschistoïde compacte, vert noirâtre avec linéoles sableuses, se polissant dans la coupure.
33	121.05 à 125.90	Argile schistoïde, compacte, finement micacée, avec parties glauconifères et linéoles sableuses glauconifères.
34	125.90 à 126	Bande noire. Glauconie noire, arrondie et polie. Glauconie vert foncé polie. Rares grains de quartz hyalin roulés. Très petites Nummulites. Fragments très petits de coquilles indéterminées.
35	126 à 129	Sable plus ou moins argileux, micacé, glauconifère, moyen et fin, gris verdâtre.
36	129 à 130	Argile subschistoïde gris-brun, avec parties sableuses, grains de glauconie noire disséminés; taches limoniteuses, fragments de feuilles, débris de lamellibranches. Nummulites.
37	130 à 131.80	Gravier très glauconifère pétri de débris altérés de coquilles, adhérent (semblable à la bande noire fossilifère qui existait sous le bureau des ingénieurs chargés des travaux de l'Université de Gand). Caillou de pyrite et grès glauconifère vert pomme et noir, fragment de dent de poisson, Nummulites, grains de quartz hyalin dense. Argile schistoïde grise, tenace, très glauconifère, noire, Nummulite avec glauconie, débris de coquilles altérées, écrasées, groupe de Nummulites de différentes tailles (<i>Operculina Orbigny</i>) très nombreuses, entières et brisées, gros fragment anguleux et arrondi de quartz hyalin; amas nombreux et cohérents de grains de glauconie noire et verte, brisés ou entiers et polis; certains grains sont très volumineux (3 millimètres). Alvéole de caillou bien marquée; je n'ai pas le caillou (à moins que ce ne soit le caillou de pyrite gréseuse). Autre fragment de pyrite mamelonnée rougeâtre. » » allongée cylindroïde. Cylindre plus petit et plus mince de pyrite.
38	131.80 à 133.50	Sable gris fin, peu glauconifère et très légèrement pailleté de mica.
39	133.50 à 134.20	Grains de quartz hyalin, 5 millimètres. Grès dur glauconifère blanc, finement pointillé de noir. Grès graveleux, quartz silex, glauconifère. <i>N. laevigata</i> de grande taille, roulées, non verdies. <i>N. Scabra</i> <i>Ditrupa strangulata</i> . Id. avec dents de poissons. Diverses <i>N. Wemmelensis</i> et <i>variolaria</i> remaniées et descendues de plus haut.
	134.20 à 134.63	Divers fragments de fossiles remaniés descendus de plus haut Sable gros.

Interprétation de la coupe par M. Delvaux.

Numéros des échantillons.	Désignation des couches.	Profondeur.	Épaisseur des couches.
1 à 10	Quaternaire et Moderne.	13.50	13.50
11 à 12	Rupélien?	13.50 à 18	4.50
12 à 29	Rupélien.	18 à 89.50	71.50
30 à 37	Asschien.	89.50 à 131.80	42.30
38 à 39	Laekénien.	131.80 à 134.20	2.40
	Bruxellien?		0.43
			<u>134.63</u>

Le capitaine Delvaux n'ayant pas distingué les terrains modernes et quaternaires, je me suis adressé à notre président M. A. Rutot qui, avec sa complaisance habituelle, a bien voulu m'indiquer les termes de la légende qu'il fallait appliquer.

Nous aurions ainsi :

Numéros des échantillons.	Profondeur.	Désignation.
1	1.50	alp 1.
2 et 3	2 à 4.50	P. et sable tourbeux.
4 à 9	4.50 à 11.00	FLANDRIEN . { q4 l. q4 m. q4 m. ?
10	11.00 à 13.50	
11 et 12	13.50 à 18.00	

Mettons à la suite de ceci le carnet du sondeur, et nous verrons les points en litige.

Sondage de Terneuzen.

Carnet du sondeur.

Nos des échantillons.	Profondeur.	Épaisseur des couches.	Description.
1	1.50	1.50	Argile grise.
2	2 à 3.50	1.50	Tourbe.
3	3.50 à 4	0.50	Tourbe avec argile.
4 à 8	4.50 à 9	4.50	Argile sableuse.
	9 à 9.50	0.50	Sable blanc de mer.
9	10 à 11	1.00	Sable jaune.
10	11.50 à 13	1.50	Argile sableuse.
11	13.50 à 14.50	1.00	Glauconifère gris vert et coquilles.

N ^{os} des échantillons.	Profondeur.	Épaisseur des couches.	Description.
11	15 à 15.50	0.50	Sable fin de mer, blanc.
12	16 à 18	2.00	Sable glauconifère vert.
13 à 20	18 à 51.50	33.50	Sable glauconifère noir micacé.
21 à 23	52 à 60	8.00	Sable glauconifère noir avec sable gris-blanc.
26	73.00		Sable glauconifère verdâtre mélangé de sable blanc avec petits bancs d'argile de 10 centimètres, tubé.
	73 à 73.50	0.50	Sable très argileux.
27	76.50		Sable tubé jusque 80 mètres.
28	80 à 87.50	7.50	Argile avec des grès en petits bancs.
	87.50 à 88.50	1.00	Gros sable vert et blanc.
29	88.50		Argile remplie de cailloutis; tubé jusque 89.53.
30	90.00		Caillou de silice roulé.
	jusque 92.50		Argile très dure.
	92.50 à 97	4.50	Sable, pas de nappe aquifère; tubé jusque 97.
31	97 à 99.50	2.50	Argile bleue.
	99.50 à 99.75	0.25	Grès noir.
	99.75 à 100.80	1.05	Sable fin verdâtre argileux.
32	100.80 à 108	7.20	Argile bleue.
	108 à 110.40	2.40	Sable fin verdâtre argileux.
	110.40 à 115	4.60	Argile bleue.
	115 à 115.10	0.10	Sable fin gris.
	115.10 à 117.50	2.40	Argile bleue.
	117.50 à 117.60	0.10	Sable fin gris.
	117.60 à 119	2.40	Argile bleue dure.
33	119 à 125	6.00	Argile bleue dure.
34, 35	125 à 129	4.00	Sable argileux.
	129 à 129.10	0.10	Grès noir.
	129.10 à 129.90	0.80	Sable argileux.
36	129.90 à 130	0.10	Argile bleue.
	130 à 130.25	0.25	Grès.
37, 38	130.25 à 133.50	3.25	Sable argileux.
39	133.50 à 134.62	1.12	Grès.

Un premier doute subsiste quant à la base du Flandrien : faut-il la placer à 15^m,50 ou à 18 mètres? Si l'on s'en tient à la description de l'échantillon 12, il faut évidemment faire descendre l'assise flandrienne jusqu'à 18 mètres de profondeur; mais si l'on s'en rapporte au carnet du sondeur, cette base ne devrait pas descendre en dessous de 15^m,50.

Nous relevons un second point contradictoire entre la description de

l'échantillon 30 et la coupe renseignée par le sondeur à la même profondeur. Les sables de l'échantillon 30 rangés par le capitaine Delvaux dans l'Asschien sont absolument identiques à ceux du Rupélien ; aussi croyons-nous qu'il y a eu confusion dans les étiquettes collées sur les flacons et que ces sables correspondent à ceux renseignés par M. O. Thomaes depuis 87^m,50 jusque 88^m,50. Cela ne change du reste pas la cote de la base du Rupélien à —87^m,50 ; ce qui fait pour ce niveau une épaisseur de 71^m,50. Il semble bien difficile d'admettre que le Rupélien inférieur puisse prendre de telles proportions ; d'autre part, n'est-il pas dangereux de supposer que l'assise si constante de l'argile de Boom se transforme vers l'Ouest en un facies sableux ? Cette hypothèse me semble hardie. Quoi qu'il en soit, ayant fait une coupe dirigée N.-N.-E. et passant par Terneuzen et Evergem, j'ai constaté qu'à Angelina Polder la base du Rupélien se trouve à la cote —33 mètres, et plus au Sud, à Meulenhoeck, à —19 mètres ; ce qui donne une dénivellation d'un peu plus de 3 mètres au kilomètre entre ces deux points. Cette pente passe subitement à 10^m,80 au kilomètre entre Angelina Polder et Terneuzen. Cette pente considérable est à rapprocher de celles constatées par le baron O. van Erthorn au Nord d'Anvers et près de Norderwijck.

Quant à l'Asschien, nous trouvons sa base à la cote —20 mètres un peu au Nord d'Evergem ; au sondage de Meulenhoeck, à —75 mètres, d'où une pente kilométrique de 4 mètres. Cette base n'a pas été atteinte au puits d'Angelina Polder ; mais si nous continuons la coupe avec la pente précédente, le mur de l'Asschien s'y trouvera à la cote —90 mètres. A Terneuzen, l'Asschien descend jusque —130 mètres et nous avons encore une pente kilométrique de 8 mètres.

Les derniers mètres de sable traversés par la sonde ont été rangés dans le Laekenien ; je me demande s'il ne serait pas préférable de les ranger dans le Ledien, comme cela a été fait dans les sondages d'Anvers. Quant au Bruxellien qui termine la coupe, son existence en ce point n'est tout au moins que problématique : l'échantillon fait défaut ; aussi ne peut-on se décider. Mais à tout prendre, il me semble plus naturel de rapporter les derniers sables au Panisélien.

L'analyse qualitative de l'eau qui jaillissait de ce puits a été faite et a montré qu'elle contenait beaucoup de chlorures et de sulfates, ainsi que des matières organiques, assez bien d'ammoniaque, un peu de chaux et des traces de fer. Si la prise d'échantillon d'eau a été faite trop vite après l'établissement des tubes, il se pourrait que beaucoup d'impuretés provinssent de l'eau sale employée pour le forage.

Le débit au jaillissement, à 1 mètre au-dessus du sol, était de 100 hectolitres pendant 24 heures durant la première huitaine.

M. le baron O. van Ertborn observe, au sujet de ce travail, que théoriquement, d'après l'allure et la pente des terrains, on devrait avoir à Terneuzen à peu près la même coupe qu'à Hoboken ; toute la série de ce dernier forage s'y retrouve en effet.

M. Lejeune de Schiervel expose ensuite, aidé de cartes, des

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR LE

NOUVEAU BASSIN HOULLER DE LA CAMPINE

PAR

CH. LEJEUNE de SCHIERVEL et M. de BROUWER

Depuis la découverte de Asch, datant du milieu de l'année 1901, plus de cinquante sondages ont été pratiqués dans la Campine, tant dans la province d'Anvers que dans le Limbourg, le plus grand nombre cependant dans cette dernière province. Les résultats obtenus sont déjà assez nombreux pour qu'on puisse s'essayer à une description succincte de notre nouveau bassin houiller.

C'est évidemment surtout par les sondages que l'on a pu se renseigner sur l'allure du Houiller et de la plate-forme primaire ; cependant, d'autres éléments peuvent contribuer à la connaissance du bassin houiller. Nous voulons parler ici de la stratigraphie du Tertiaire dans le Nord de la Belgique ; celle-ci est, à notre avis, une indicatrice parfaite de la présence du Houiller et de l'allure de la plate-forme primaire. Si l'on fait une série de coupes dirigées N.-S. dans la partie septentrionale de la Belgique, c'est-à-dire dans le Limbourg, la province d'Anvers et la Flandre orientale, on remarquera qu'après avoir conservé longtemps une pente kilométrique de 5 à 6 mètres, tous les terrains tertiaires, à partir d'un certain point, augmentent brusquement ce pendage qui peut atteindre 10 mètres et même plus au kilomètre. En partant de l'Ouest et nous dirigeant vers l'Est, nous avons pu constater ce fait au Sud de Terneuzen, au Nord d'Anvers, au Sud de

Norderwijck et de Westerloo, entre le château de Nieuwenhove et Kermpt près de Hasselt, ce qui nous conduit à la faille de la planchette de Veldwezelt.

Cette faille, due aux affaissements des terrains primaires sous-jacents, n'est que l'augmentation des pendages considérables que nous venons d'indiquer. Peut-être qu'une étude attentive du Tertiaire ferait découvrir d'autres accidents du même genre, notamment à l'Ouest de Hasselt, où il convient de signaler le cours bizarre du Démer, séparant les étages rupélien et holderien.

Ces points réunis par une ligne continue limitent, à notre avis, le nouveau bassin houiller; toutefois, il convient de ne pas trop s'en rapprocher, sous peine de trouver le Houiller stérile. Cette accentuation de pendage ne peut s'expliquer que par la différence de résistance existant entre le grand massif siluro-cambrien du centre de la Belgique, contre lequel sont venues s'écraser les formations houillères du Sud, et la région du Nord, où se sont développées les formations houillères. Celles-ci, protégées contre les plissements, n'ont pas cessé de subir l'action de la pesanteur. Sous cette action, les terrains se sont morcelés en paquets jouant les uns sur les autres et descendant d'autant plus qu'ils étaient plus éloignés du bord du bassin; ainsi s'est dessiné un réseau de failles très compliquées, ressemblant probablement à ceux des bassins du centre de l'Angleterre. Théoriquement, il nous semble cependant que les principales failles doivent être perpendiculaires à la ligne de plus grande pente. Ici interviennent de nouveau les terrains tertiaires pour nous indiquer quelles sont ces directions, qui sont assez approximativement les leurs propres.

Ainsi, dans la province d'Anvers, près de Norderwijck, Westerloo, Tongerlo, les principales failles sont probablement dirigées N.-N.-O. Vu l'allure en plateaux des couches houillères dans cette région et l'impossibilité de raccorder entre eux les sondages, nous avons placé des failles entre Kessel et Norderwijck, Norderwijck et Tongerlo, Tongerlo et Westerloo, etc. Vers l'Est, du côté de Kermpt, les failles principales sont probablement dirigées à peu près E.-O., mais légèrement relevées vers le N.-O.; plus loin, la direction est vraisemblablement E.-N.-E., parallèle à la faille de la planchette de Veldwezelt. Si les recherches continuent du côté d'Anvers, on trouvera par là une direction E.-O.

Un troisième rôle des terrains tertiaires est de nous indiquer l'allure de la plate-forme primaire. Comme l'a déjà montré le baron O. van Ertborn, il est possible de déterminer approximativement

les profondeurs auxquelles le Houiller peut être atteint. A première inspection de la carte, on peut constater vers la Meuse un relèvement très rapide de la plate-forme primaire, comme aussi vers Anvers les courbes de niveau sont rejetées vers le Nord, mais pas autant que certains l'avaient espéré.

Nous ne croyons pas que l'on puisse faire dire beaucoup plus aux terrains tertiaires et nous doutons fort que leur étude puisse amener à la découverte des synclinaux et anticlinaux de notre bassin campinois. Et certes, il existe des plis dans la région orientale; car si dans la province d'Anvers et peut-être dans une partie du Limbourg aucune pression latérale n'a pu s'exercer, il n'en est assurément pas de même vers l'Est, où le massif siluro-cambrien, diminuant rapidement d'importance, n'a pas été assez fort pour empêcher les ondes du plissement de se propager vers le Nord, mais fortement amoindries. Si l'on consulte les résultats des sondages, on constate que les pendages, nuls dans la province d'Anvers, augmentent insensiblement vers la Meuse. Venant de Asch avec une direction E.-N.-E., les couches houillères remontent brusquement dans une direction N.-S. le long de la Meuse; c'est du moins ce que semblent indiquer trois sondages qui, placés dans cette direction, ont rencontré des couches de charbon de même teneur en matières volatiles. Le raccordement entre notre bassin et celui du Limbourg hollandais se ferait donc par un anticlinal sur lequel coulerait la Meuse. A moins, toutefois, que nous n'ayons ici une série de plis avec axe dirigé à peu près E.-O. Nous pensons que dans l'état actuel des connaissances, il est impossible de trancher la question; mais nous croyons pouvoir affirmer l'existence de plis dans cette région et nous ne voyons pas que les morts-terrains reflètent cette allure.

En étudiant l'allure de la plate-forme primaire entre Kessel et Malines, nous y avons trouvé un pendage qui nous paraît exagéré. Ceci nous portait à mettre en doute les résultats acquis au sondage de Malines, résultats qui étaient du reste obtenus à l'encontre de toutes les prévisions émises. Nous étant adressés au sondeur, à l'effet d'obtenir quelques renseignements complémentaires, il nous fit savoir que le puits était en approfondissement et nous envoya la coupe des derniers terrains traversés. Nous la publions ci-contre :

228 ^m ,60 à 229 ^m ,15	Pyrite de fer, très dure.
229 ^m ,15 à 229 ^m ,60	Pierre.
229 ^m ,60 à 232 ^m ,00	Sable gris verdâtre (eau douce).
232 ^m ,00 à 234 ^m ,00	Sable.

Il ne semble donc pas, d'après ces données, que le Siluro-Cambrien ait été atteint en ce point.

Après l'audition de ce résumé, l'Assemblée vote l'impression aux *Mémoires* du travail détaillé de MM. Ch. Lejeune de Schiervel et M. de Brouwer, ainsi que de la carte qui l'accompagne.

Relativement au sondage de Malines auquel il vient d'être fait allusion, M. le baron *O. van Erborn* fait remarquer qu'incontestablement l'on n'a pas atteint la plate-forme du Houiller et que passé 250 mètres l'on se trouve donc encore dans le Tertiaire. Ce cas est, dit-il, réellement extraordinaire et demande à être examiné avec soin, par exemple en faisant un nouveau sondage à 1 kilomètre de distance du premier.

M. *Van den Broeck* attire l'attention de M. *Lejeune de Schiervel* sur les deux points suivants :

1° Déjà *A. Dumont*, il y a plus d'un demi-siècle, avait admis la possibilité, la probabilité même de l'existence de failles coïncidant avec les vallées parallèles, tributaires du Rupel dans les plaines de la Moyenne Belgique.

L'existence d'une faille dirigée approximativement N.-S. le long de la vallée de la Senne, si elle était définitivement acquise, pourrait servir à expliquer peut-être les résultats paraissant quelque peu anormaux du sondage de Kessel. De telles failles sont vraisemblablement accompagnées d'importantes dénivellations.

Un autre élément pourrait être invoqué pour appuyer l'hypothèse de l'existence d'une faille N.-S., coïncidant en partie avec la vallée de la Senne. C'est le relevé historique des tremblements de terre en Belgique qui le fournit et qui montre qu'un bon nombre de ces phénomènes sismiques ont affecté à la fois Bruxelles, Malines et Anvers, localités qui paraissent réunies en une étroite zone N.-S. qui semble soumise à une certaine localisation de phénomènes de l'espèce. Il n'y a là toutefois, ajoute M. *Van den Broeck*, qu'une simple indication, qui réclame une étude complémentaire et critique, mais qui pourrait fournir une base de documentation intéressante.

2° *C. Ubaghs* a autrefois signalé dans notre *Bulletin* (1) des failles et dénivellations considérables dans les dépôts crétacés bordant la rivière la Geul et qui, près de Fauquemont, par exemple, ont amené des

(1) C. UBAGHS, *Sur l'origine des vallées du Limbourg hollandais* (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. VI; *Mém.*, pp. 150-169, pl. VI).

discordances atteignant 70 mètres. La faille de la vallée de la Geul s'étend plus loin que Meersen et atteint la vallée de la Meuse, où M. Ubaghs l'a retrouvée très nettement indiquée.

Dans d'autres régions de la vallée de la Meuse, comme dans celle qui s'étend aux environs d'Argenteau et Cheratte, sur la rive droite, le Houiller s'élève, dit M. Ubaghs, à une soixantaine de mètres au-dessus de la rivière. Sur l'autre rive, ce même terrain affleure à peine tout au fond de la vallée et de ses tributaires, comme, par exemple, entre Haccourt et Heure-le-Romain. M. Ubaghs en concluait que la rive droite de la Meuse avait été soulevée dans ces parages, tandis que la rive gauche était restée plus ou moins dans sa position naturelle. En réalité, ajoute M. *Van den Broeck*, il y a sur la rive gauche et dans la région de Heure-le-Romain un pli anticlinal bien visible dont ses levés de la planchette d'Herderen montrent nettement l'existence. Là aussi il y a donc relèvement, mais moins accentué que sur la rive droite de la Meuse.

Il serait utile, pense M. *Van den Broeck*, de reprendre en détail les constatations faites par M. Ubaghs, de les compléter et de les mettre en rapport avec les éléments tectoniques actuellement soumis à l'étude dans la question des extensions, des dispositions et des fractures des bassins houillers de ces parages.

M. *Simoens* est très heureux de constater que la communication de M. *Lejeune de Schiervel* et de *Brouwer* corrobore ce qu'il a dit, l'année dernière, sur le même sujet.

Il demande cependant que l'on veuille bien examiner quelques points sur lesquels il attire l'attention de l'Assemblée. M. *Simoens* a fourni pour le Procès-Verbal la rédaction suivante de sa communication :

G. SIMOENS. — Observations au sujet de la note de MM. Lejeune et de Brouwer sur le Houiller de la Campine.

Mes sympathiques confrères MM. Lejeune et de Brouwer viennent de présenter à la Société un travail qui me paraît d'autant plus intéressant qu'il est la confirmation, en tous points, des conclusions que j'ai été amené à présenter à la Société il y a près d'un an, à la séance du 22 avril 1902; il me donne, en outre, la satisfaction de voir, après neuf mois de nouvelles recherches et de nouvelles études, mes deux col-

lègues adopter non seulement l'esprit mais encore la lettre de mes conclusions.

Mes confrères arrivent, en effet, à admettre :

1° *Que le bassin houiller du Hainaut et de Liège, c'est-à-dire la chaîne hercynienne, forme une bande étroite disposée en arc de cercle, qui a été arrêtée par le massif, ou horst résistant, du Brabant.* Or, j'ai exposé tout cela en détail au mois d'avril de l'année dernière et j'ai été le premier en Belgique et ailleurs à employer l'expression *massif ou horst résistant du Brabant*. Voici ce que je dis aux pages 187 et 188 de mon exposé (1) :

« Je crois pouvoir, avant la publication définitive de mon travail, présenter une partie des conclusions auxquelles m'a conduit l'étude tectonique de la région Nord de notre pays, à savoir :

» 1° Il n'existe aucune analogie entre l'allure du bassin houiller situé entre Mons et Liège et celui de la Campine.

» Le premier est plissé et renversé, et présente tous les phénomènes qui caractérisent les régions disloquées.

» C'est le horst du Brabant qui, en arrêtant la chaîne hercynienne, a fait que celle-ci s'est violemment plissée sur tout le pourtour du massif résistant. C'est ce qui fait aussi que le bassin franco-belge présente la forme d'un arc de cercle dont la concavité, tournée vers le Nord, entoure la masse silurienne du centre du pays. Dès que cette crête silurienne du Brabant et de la Flandre, en s'envoyant, laisse le champ libre à la chaîne plissée, celle-ci s'étend aussitôt vers le Nord en plis largement ondulés.

» Contre le massif résistant, les sédiments carbonifériens présentent une zone étroite et comprimée; mais au moment même où le horst disparaît dans les profondeurs, la bande des sédiments carbonifères semble se détendre brusquement et la disposition de ceux-ci paraît comme due à une série de décrochements, en même temps que leur étendue territoriale devient considérable. »

J'ajouterai qu'à l'époque où j'écrivais ces lignes, je fis paraître dans un journal de la capitale (le *Petit Bleu* du 30 avril 1902) un schéma, représentant *a priori* l'allure du terrain houiller dans le bassin de la Campine. Or, aujourd'hui il faut bien admettre, *a posteriori expérimentale*, l'exactitude de mon graphique et par suite de mes idées, et je suis heureux que mes collègues aient bien voulu se charger de le démontrer.

(1) *Note préliminaire sur l'allure des couches houillères dans le Nord de la Belgique.* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XVI, Proc.-Verb. 1902.)

2° Mes sympathiques confrères admettent ensuite que *les terrains tertiaires épousent les accidents des terrains primaires sous-jacents*. Or, ce sont là des conclusions que j'ai admises depuis longtemps pour la Campine. Après avoir cité une série d'exemples analogues pris dans d'autres pays, je dis, page 186 de mon travail :

« Comme on le voit, si ma manière de voir pour l'allure des terrains primaires de la Campine est conforme à la vérité, l'opinion de M. van Ertborn, en cadrant avec la mienne, vient confirmer une fois de plus la théorie de Godwin-Austen relative à la concordance qui doit exister au point de vue tectonique entre les terrains anciens et les terrains récents. »

3° MM. Lejeune et De Brouwer reconnaissent ensuite que *le terrain houiller de la Campine est découpé par une série de failles verticales*.

J'ai encore été le premier à conclure dans ce sens, et cela longtemps avant qu'il fût possible d'établir au moyen des résultats fournis par les sondages la véracité de mes dires. A la page 184 de ma note, je dis :

« Cette régularité n'est modifiée que par un réseau de cassures verticales dues en partie à l'action du massif du Brabant et surtout à l'affaissement naturel du bassin. »

Et à la page 188 :

« Il existe, dans le bassin du Nord de la Belgique, de nombreuses cassures transversales; l'origine de ces cassures se reconnaît en partie dans le Brabant, et l'on peut les suivre jusque dans le bassin campinois, où elles forment un véritable réseau de fractures assez semblables à celles qui traversent les bassins houillers du centre de l'Angleterre.

» Ces fractures doivent provoquer fatalement, au sein du bassin septentrional, des dénivellations considérables. »

Mes confrères posent ensuite sans la résoudre une question :

Pourquoi le sondage de Gruitrode est-il resté infructueux?

J'ai eu l'occasion, tout au début de ce forage, de donner à son sujet mon avis, et de la manière la plus catégorique j'ai affirmé que le résultat auquel on aboutirait serait identique à celui qui a été obtenu à Eelen. L'expérience a prouvé que j'avais absolument raison. Sur quoi donc me suis-je basé pour émettre un semblable avis? Mais uniquement sur les principes qu'à différentes reprises j'ai exposés devant la Société.

A l'Est de la crête volcanique du Brabant, d'âge permo-carboniférien, représentée par exemple par l'émission de Quenast, il a dû se former, par suite notamment de l'écoulement naturel des eaux, un grand golfe. Or, le sondage de Gruitrode était campé en plein golfe. Si l'on

ajoute à cela les dislocations résultant des failles verticales S.-N. qui découpent la région, on ne sera pas étonné aujourd'hui si, au début du forage, je l'ai assimilé comme résultat à celui d'Eelen.

Donc, après l'examen des matériaux provenant des travaux de recherches pratiqués sur le terrain, mes deux collègues précités n'apportent au débat que la répétition pure et simple des conclusions que j'ai présentées il y a un an.

M. *Simoens* ayant ensuite rappelé sa communication antérieure, dans laquelle il montrait que la ligne volcanique de la Senne doit être d'âge permo-carboniférien, M. *Hankar* signale que Dumont a mentionné dans le poudingue de Burnot, une roche qui, pour n'être pas tout à fait un pavé de Quenast, était cependant un fragment de la roche éruptive de cette localité et il fait observer que l'opinion de Dumont, qui n'est pas sans valeur, infirme un peu les idées présentées par M. *Simoens*, qui veut rajeunir et de beaucoup les roches de Quenast.

M. *Simoens* objecte à M. *Hankar* que les roches tourmalinifères trouvées dans le poudingue de Burnot, dont parle Dumont, ont été reconnues identiques aux cailloux trouvés par MM. de la Vallée Poussin et Renard dans le poudingue de Boussale, et, à différentes reprises, ces auteurs ont déclaré ne pouvoir rapporter ces roches à aucun des affleurements de roches plutoniennes connus en Belgique. Ils ont expliqué la présence de ces cailloux tourmalinifères dans nos poudingues devoniens, en supposant à l'époque du dépôt de ces derniers, l'existence de masses granitiques dans nos régions. M. M. Lohest a trouvé également à Marchin, dans le poudingue de Burnot, ainsi que tout autour du massif cambrien de Stavelot, des roches tourmalinifères. M. X. Stainier, à son tour, a décrit un caillou tourmalinifère trouvé à Heyd dans le poudingue de Burnot, et il déclare que la tourmaline fibro-radiée qu'on y remarque, présente une « ressemblance frappante » avec le même minéral trouvé par M. L. Bayet à Thy-le-Château, dans des dépôts du même âge, ainsi qu'avec la tourmaline de Boussale, et M. Stainier pense, comme ses devanciers, que ces roches tourmalinifères proviennent d'un « massif granitique resté émergé jusqu'à l'époque du poudingue de Burnot ». Il en résulte que les cailloux trouvés dans le poudingue de Burnot n'ont rien à voir avec la porphyrite de Quenast et que dès lors l'opinion de Dumont, rappelée par M. *Hankar*, n'est pas justifiée.

La parole est donnée ensuite à M. *Mourlon* qui, à propos d'un travail récemment paru en France, s'exprime dans les termes que nous reproduisons à la page ci-après.

RÉFLEXIONS AU SUJET DE L'APPRÉCIATION PAR M. G. DOLLFUS

DE

L'ŒUVRE D'ANDRÉ DUMONT

PAR

Michel MOURLON

Les excursions de la Société belge de Géologie, en 1901, à Laon, sous la conduite de M. Gosselet, et, en 1902, à Mons, sous celle de MM. Rutot et Cornet, avaient pour but de chercher à synchroniser nos terrains belges avec ceux du Nord de la France.

M. G. Dollfus, qui a pris part à ces deux excursions, a donné un compte rendu sommaire de la première dans le numéro 372, du 1^{er} octobre 1901, de la *Feuille des jeunes naturalistes*, et il vient de publier dans le numéro 386, du 1^{er} décembre 1902, de la même revue une étude sur les résultats de la seconde excursion, qu'il intitule : « Classification des couches crétacées, tertiaires et quaternaires du Hainaut belge. »

Je n'ai pu assister qu'à une partie de la session française, et je regrette vivement d'avoir été empêché de prendre part aux excursions sur le territoire belge, dont le compte rendu détaillé paraîtra incessamment dans nos *Bulletins*. Ce dernier rencontrera nécessairement, pour chaque terrain, les observations présentées par M. Dollfus dans la note qu'il vient de distribuer.

Je me bornerai donc à faire ressortir l'impression pénible qu'elle nous a produite quant à l'appréciation si étrange de l'auteur sur l'œuvre d'André Dumont. Cette appréciation a d'autant plus lieu de nous surprendre qu'elle émane d'un collègue qui, bien que ne pouvant consacrer que ses moments de loisir à la géologie, a une production scientifique des plus étendues à son actif, et nous a toujours étonnés par l'esprit sagace et primesautier dont il n'a cessé de faire preuve tant sur le terrain, lors des excursions que nous fîmes en commun, que dans ses publications, dont plusieurs ont trait à notre pays. Je ne rappellerai

parmi ces dernières que celle déjà fort ancienne qu'il fit paraître, en collaboration avec feu J. Ortlieb, et qui est intitulée : « Compte rendu de géologie stratigraphique de l'excursion de la Société malacologique de Belgique dans le Limbourg belge les 18 et 19 mai 1873. » On y constate déjà une tendance fort accentuée à s'affranchir de la classification usitée en Belgique et, pour la nouvelle interprétation qui en fait l'objet et qui se rapporte aux dépôts fluvio-marins (Tongrien supérieur et Rupe-lien inférieur) du Limbourg belge, qu'il s'agissait de réunir en un seul et même étage, je crus pouvoir me rallier à la nouvelle manière de voir de nos collègues français. C'est ce dont témoignent mes « Observations sur le classement des couches tertiaires moyennes dans le Limbourg belge », qui se trouvent insérées, comme celles de MM. Ortlieb et Dollfus, dans le tome VIII, 1873, des *Annales de la Société malacologique de Belgique*.

Seulement, l'idée ne me vint pas à l'esprit de jeter, pour cela, le discrédit sur l'œuvre de Dumont, et je m'en félicite d'autant plus que voici bientôt trente années qui se sont écoulées depuis que la nouvelle interprétation de nos dépôts oligocènes a été énoncée, et la question, bien que toujours pendante sur certains points de détail, a été résolue dans le sens de la classification de Dumont. On sait, en effet, que celle-ci, modifiée par la réunion des dépôts fluvio-marins, telle que nous la proposâmes avec MM. Ortlieb et Dollfus, a été adoptée dans la légende de la Carte au 40 000^e, avec les améliorations qu'y a apportées l'application de la théorie si ingénieuse de MM. Rutot et Van den Broeck sur la sédimentation marine, que l'on peut considérer comme un progrès sensible réalisé pour la partie de notre légende concernant les terrains tertiaires.

Mais revenons à l'étude qui fait l'objet de cette communication.

Après avoir passé en revue toutes les couches du Hainaut, rapportées au Crétacé, M. Dollfus s'exprime en ces termes : « En résumé, pour le Crétacé, la classification de Dumont a complètement échoué, et les géologues belges ont été obligés d'en abandonner successivement toutes les parties, sauf pour le Maestrichtien, qui reste un excellent type crétacique supérieur, pourvu d'une faune excessivement étendue.

» Son Aachenien n'était qu'un facies du Sénonien. Le Hervien inférieur du pays de Herve est un autre facies du Sénonien, d'un niveau un peu plus élevé; le Hervien supérieur n'est autre que le Cénomaniens du Hainaut. Le Nervien est synonyme de Turonien; le Sénonien de Dumont n'est qu'une partie de celui d'A. d'Orbigny; enfin, Dumont mettait encore dans le Crétacé son Héersien, que la faune a montré

comme appartenant à la base du Tertiaire, de même que ce qui était alors connu du Montien. Certes la nomenclature de d'Omalius d'Halloy était préférable. »

Plus loin, après avoir établi le parallélisme de nos couches tertiaires avec celles du Nord du bassin de Paris, qu'il a plus particulièrement étudié, il termine en disant : « On voit que les systèmes tertiaires de Dumont n'ont guère mieux résisté au temps que les systèmes crétacés. »

Enfin, après avoir analysé les derniers travaux sur le système quaternaire, en faisant remarquer que « ce qui reste de Dumont dans tout cela est bien peu de chose », M. Dollfus termine son étude par les conclusions suivantes : « Et s'il fallait donner à cette étude rapide quelque conclusion plus générale, ce serait de rechercher le motif de l'insuccès de Dumont, non pas pour le critiquer avec amertume, puisque je tiens à respecter les sentiments de gratitude que les géologues belges ont conservés si pieusement pour leur chef, mais pour ne pas retomber dans les mêmes fautes. L'échec de Dumont tient à son insuffisance paléontologique ; il s'est refusé à donner aux fossiles leur valeur, il a combattu l'aide qu'ils pouvaient donner à la stratigraphie et il a poursuivi ce procès contre tous les conseils (1). Notre examen apporte avec lui cet enseignement, s'il était encore utile, après cinquante ans de nouvelles études, de le répéter, qu'il n'est rien d'être un fin stratigraphe, un tectonicien habile si l'on n'est pas en même temps doublé d'un paléontologue attentif. Le moment paraît bien arrivé de terminer le remplacement de cette nomenclature croulante par quelque autre franchement nouvelle. »

J'ai reproduit à dessein, en entier, ce dernier paragraphe, afin de bien montrer combien un auteur, en poursuivant une idée critique qui a sa raison d'être, peut arriver à des conclusions de nature à amoindrir, si pas à flétrir, la renommée la plus pure peut-être qui soit en géologie.

N'est-il pas au moins étrange, en effet, de voir accoler au nom de Dumont les épithètes « d'échec » et « d'insuccès », précisément au moment même où nous terminons la Carte géologique au 40000^e qui, tout en ayant réclamé de chacun de nous de bien grands efforts, nous remplit d'admiration pour l'œuvre du Maître qui nous a servi de canevas.

Je ne crois pas être démenti par un seul des collaborateurs de notre Carte, en avançant qu'il n'en est aucun parmi nous qui, quels que soient les progrès qu'il a fait réaliser à la classification d'André

(1) *Bull. de la Soc. de géol. de France*, 2^e série, t. IV, p. 590 (1847).

Dumont, ne s'incline devant les vues géniales du Maître et la puissance de production qui, dans les conditions les moins favorables, lui ont permis de réaliser à lui seul, sans le concours d'aucun autre géologue, une œuvre qui impose le plus grand respect et confond vraiment l'imagination par sa puissance et son étendue.

L'œuvre d'André Dumont a consisté principalement à établir la succession normale des dépôts dont se compose le sol belge et à leur appliquer une nomenclature et une classification rationnelles qui, sans rien préjuger du synchronisme de nos dépôts avec ceux de l'étranger, fussent susceptibles d'être modifiées et perfectionnées à mesure des progrès réalisés. Il est bien certain que si l'illustre auteur de nos premières cartes géologiques avait dû attendre, pour en dresser la légende et en accomplir les levés, que se fussent produites les découvertes qui n'ont permis que beaucoup plus tard de caractériser paléontologiquement un grand nombre de nos dépôts, ses cartes n'eussent peut-être jamais vu le jour.

Mais, au fur et à mesure de l'accomplissement de ces découvertes, ses successeurs ont pris à tâche, tout en conservant les termes créés par Dumont, d'en modifier l'acception, ce qui eut encore l'avantage de ne point compliquer, sans nécessité, la nomenclature de nos terrains.

Un exemple permettra de bien fixer les idées sur ce point, et je le choisis à dessein parmi les dépôts qui me sont le plus familiers; c'est celui que nous fournit le groupe de nos couches tertiaires des environs de Bruxelles qui correspond à celui du calcaire grossier des environs de Paris, que M. Dollfus range dans le « Lutétien ».

Dumont n'avait pas à rechercher si le groupe de couches en question correspond, en tout ou en partie, à celui de Paris, mais il avait à montrer, comme il l'a fait de main de maître, qu'il comprenait deux parties bien distinctes auxquelles il donna les noms de « Bruxellien » et de « Laekenien ». Le premier de ces termes, qui est reconnu aujourd'hui être beaucoup mieux développé chez nous que dans le bassin de Paris, est resté invariable, tandis que le second, le Laekenien, a été modifié dans son acception primitive, mais religieusement conservé dans la légende de la nouvelle Carte. J'ai, en effet, contribué, comme veut bien le rappeler M. Dollfus, à distinguer sous le nom de « Ledien » des couches qui avaient été confondues d'une part avec le Laekenien de l'Éocène moyen et, d'autre part, avec des couches assimilées erronément au gravier de base de l'Éocène supérieur wemmélien.

Le Laekenien de Dumont subsiste donc, mais avec une certaine

réduction nécessitée par les nouvelles observations qu'ont fournies surtout les grands travaux de terrassement des environs de notre capitale; or, il se trouve que le Laekenien, tel qu'il est maintenant délimité et qui s'est montré si bien caractérisé aux environs de Bruxelles, notamment à l'avenue Louise et à l'emplacement de la prison de Saint-Gilles, où il était constitué par un dépôt de 5 mètres d'épaisseur de sables et de grès calcarifères très fossilifères, se trouvait séparé du Bruxellien et du Lédien par d'épais graviers des plus caractéristiques.

Dans le Nord du bassin de Paris, au contraire, le Laekenien ne nous a paru que peu ou point représenté, tandis que le Lédien, avec ses abondantes *Nummulites variolaria* et *Orbitolites complanata*, ses Cérithes, ses Nautilus et autres fossiles caractéristiques, correspond exactement au calcaire grossier moyen de Paris. Il est bien certain que le fait d'avoir séparé du Laekenien les couches constituant le nouvel étage ledien marque un certain progrès, et s'il était reconnu, par la suite, que nos nouveaux termes stratigraphiques n'ont pas la valeur d'étages, il serait aussi facile d'en faire des assises qu'il l'a été de remplacer les systèmes de Dumont par des étages. Ce ne sont là que des mots auxquels M. Dollfus semble attacher une importance un peu prépondérante et je dirai presque prématurée, qui lui fait perdre de vue le fond même de la question. Qu'importe, en effet, que des dépôts comme ceux dont il vient d'être fait mention soient considérés comme ayant la valeur d'un étage ou seulement d'une assise? Ce qu'il nous faut bien établir, comme l'a si bien compris Dumont, c'est la succession, les relations stratigraphiques des couches de chacun de ces dépôts et leur classement le plus rationnel suivant l'état de nos connaissances paléontologiques.

Je suis donc porté à croire que M. Dollfus, avec qui nous avons toujours entretenu les rapports de la meilleure confraternité, voudra bien reconnaître que les paroles que je me suis vu obligé de relever, ne traduisent pas nettement sa pensée.

Mais, quoi qu'il en soit, ne suis-je pas en droit de retourner à notre confrère parisien son argumentation, en lui disant qu'il ne suffit pas d'être, suivant ses expressions, un fin stratigraphe, un tectonicien habile, et j'ajouterai, comme il le préconise surtout, un paléontologiste attentif, si l'on manque de cet esprit de méthode qui a fait réaliser à André Dumont, non seulement une œuvre incomparable, mais qui lui a permis de fonder l'École à laquelle nous sommes fiers d'appartenir.

M. *Van den Broeck* considère comme un devoir de s'associer aux paroles de protestation que vient de prononcer M. *Mourlon* et auxquelles il juge devoir ajouter que les carnets de notes de voyage et d'observations de *Dumont*, prouvent, au moins pour les terrains tertiaires et secondaires, que celui-ci a utilisé pratiquement la Paléontologie dans bien des circonstances et en a reconnu l'utilité dans de nombreux cas où il lui a été possible de l'appliquer rationnellement à ses déterminations de terrain. Chose curieuse, M. *De Koninck*, qui s'était, dans des discours académiques, fait, contre *Dumont*, le champion de la Paléontologie, l'a appliquée parfois d'une manière bien malheureuse, tandis que *Dumont*, qui paraissait attacher peu d'importance au caractère paléontologique, l'appliquait avec discernement et chaque fois que l'occasion s'en présentait. Quoi de plus lamentable que le dernier mémoire de *De Koninck*, consacré à la faune du terrain carbonifère belge, dans lequel, pour complaire, semblerait-il, aux vues personnelles de M. Éd. Dupont, et favoriser ainsi la subdivision de ce terrain en trois étages proposée par ce dernier, plutôt que pour exposer la réalité des faits, M. *De Koninck* a créé de toutes pièces, en se basant sur de simples variétés, élevées par lui au rang d'espèces, trois faunes distinctes et successives, renfermées dans des strates en continuité immédiate, faunes n'ayant *aucun élément spécifique en commun!* Défendre de cette manière la Paléontologie revient à lui faire plus de tort que de l'attaquer dans des discours, tout en l'utilisant pratiquement et rationnellement, à la manière de *Dumont*. Les reproches de M. G. Dollfus sont donc moins fondés qu'on pourrait le croire, à ce point de vue, de même d'ailleurs qu'aux autres, qui viennent d'être relevés par M. M. *Mourlon*.

La séance est levée à 11 heures.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

JACOB. — Les failles de la partie orientale du bassin d'Aix-la-Chapelle et la détermination de leur âge géologique. (*Zeitschr. f. prakt. Geologie*, octobre 1902.)

La contrée autour d'Aix, surtout vers l'Est et le Nord-Est, est disposée sous forme d'un bassin dont le centre est occupé par du Carbonifère supérieur. Les roches que l'on y rencontre successivement sont le Cambrien, le Devonien, le Carbonifère, la Craie, le Tertiaire et le Diluvium. Le Tertiaire se rencontre à l'Est des collines paléozoïques et s'étend dans la plaine qui descend vers la Meuse au Nord. Il se rencontre rarement au jour, parce qu'il est complètement recouvert par le Diluvium. On a pu cependant étudier sa stratigraphie d'une façon satisfaisante, grâce aux nombreux sondages qui ont été pratiqués dans la contrée pour la recherche du lignite et de la houille. Les couches les plus anciennes du Tertiaire ne s'étendent pas aussi loin à l'Ouest que les couches plus récentes qui les recouvrent en transgression, grâce à la disposition du plan incliné vers l'Est des couches plus anciennes sur lesquelles le terrain tertiaire s'est déposé, et par conséquent aussi le Tertiaire augmente en épaisseur au fur et à mesure que l'on s'avance vers le Nord-Est.

Les couches tertiaires les plus anciennes sont constituées par des argiles et des sables gris, surmontés par des argiles et sables glauconifères verdâtres, d'une épaisseur considérable. Ceux-ci sont recouverts à leur tour par une série épaisse de sables quartzeux et micacés entrecoupés par des lits d'argiles ou de marcassite agglomérée. On y rencontre des linéoles de lignite. C'est au toit de ces sables que l'on rencontre les dépôts de lignite. Dans la partie occidentale de la contrée cette formation fait défaut; plus à l'Est on rencontre un gisement qui peut atteindre 17 mètres d'épaisseur, et sous celui-ci deux autres

dépôts moins épais, le deuxième de 5 mètres et le troisième, le plus profond, de 2 mètres. Si l'on continue vers l'Est, on traverse une bande du Sud-Est au Nord-Ouest où le lignite fait défaut, et enfin à l'Est de celle-ci se rencontre un dépôt qui peut atteindre l'épaisseur considérable de 20 mètres. A son tour, la formation lignitifère est recouverte par des sables quartzeux et micacés.

Les fossiles recueillis dans les sondages ont démontré que les couches tertiaires inférieures du bassin d'Aix appartiennent à l'Oligocène supérieur, qui a surtout été étudié aux environs de Crefeld. Les sables quartzeux et micacés, qui ne présentent pas de fossiles, peuvent être rattachés aux sables de l'Oligocène supérieur que Credner a décrits près de Leipzig, ou à ceux décrits par Berendt entre l'Elbe et l'Oder. Le dépôt du lignite s'est effectué pendant le Miocène inférieur, comme le prouvent les plantes fossiles recueillies au toit de l'exploitation de Herzogenrath.

Les sondages ont démontré l'existence de trois failles dirigées du Sud-Est au Nord-Ouest, sensiblement parallèles entre elles. La plus occidentale est double et constituée par le Feldbiss et le Muenstergewand; la plus orientale est la plus importante : c'est celle du Sandgewand; toutes deux regardent vers le Nord-Est. Une troisième faille, moins longue et intercalée parallèlement entre les deux autres, se dirige vers le Sud-Ouest. On a estimé à environ 400 mètres pour chacune des deux failles principales la dénivellation des couches sédimentaires, de sorte que les terrains présenteraient des terrasses descendant successivement vers le Nord-Est; mais par suite des progrès de la dénudation, celles-ci ont disparu à la surface et ne peuvent se constater que par l'étude des sondages. En outre, ces derniers ont montré que les couches tertiaires se sont déposées sur une surface unie et sensiblement horizontale du Carbonifère, grâce probablement à une dénudation prolongée. Les descentes des blocs de terrain se seraient opérées plusieurs fois; les premières probablement déjà longtemps avant la période tertiaire, les dernières après le dépôt des lignites, à l'époque miocène, ce qui expliquerait la disparition de cette dernière formation sur l'étendue des deux bandes signalées plus haut.

V. D. W.

L. POUSSIGUE, ingénieur-directeur de la Société des houillères de Rondchamp (Haute-Saône). — **Fonçage et installation du premier puits de mille mètres creusé en France.** (*Bull. trim. de la Soc. de l'Industrie minière*, 4^e sér., t. II, 1^{re} livr., 1903.)

Ce travail, malgré tout l'intérêt technique qu'il présente, n'a qu'un rapport fort indirect avec la question d'exécution des puits que nécessitera l'exploitation du bassin houiller de la Campine. Au point de vue des morts-terrains, Rondchamp est une région privilégiée. La quantité d'eau fut pour ainsi dire nulle : on a dû en pomper 32 mètres cubes à l'heure jusque 90 mètres, soit le débit d'un modeste puits artésien. Plus bas, les roches n'étaient pas fissurées. Les roches furent un peu dures, mais il vaut mieux cela que du sable mouvant à congeler. Le prix de revient du puits fut de fr. 717.60 par mètre de profondeur.

Les conditions, à Rondchamp, sont donc tout autres qu'en Campine, et si les puits projetés dans nos régions ne reviennent qu'au sextuple on pourra se déclarer satisfait.

Pour notre Société, le travail de M. Poussigue offre cependant un certain intérêt, celui du degré géothermique, qui est fort élevé dans ces roches.

Nature des terrains traversés.

Le fonçage a traversé la partie inférieure du Grès bigarré, sur 64 mètres environ, puis 22 mètres de Grès vosgien.

Au-dessous, l'étage important du Grès rouge comprenant :

- 37 mètres de grès rouge, fin.
- 156 — d'argilolithe.
- 268 — de grès bréchiforme, coupé de quelques bancs d'argilolithe.
- 217 — d'argiles violacées, avec quelques bancs de poudingue.

Soit au total 678 mètres d'épaisseur, représentant la totalité de la formation du Grès rouge à Rondchamp.

Immédiatement au-dessous, le terrain houiller supérieur, comprenant les couches de houille, et d'une puissance de 112 mètres environ. Enfin le terrain houiller sur 66 mètres et les schistes de transition, dans lesquels s'est arrêté le fond du puits à 1 010 mètres.

Température des roches.

La température moyenne de la surface est de 10°5; à 1 009 mètres, la température était de 47°4. Le tableau suivant indique la progression de cette température avec la profondeur.

PROFONDEUR	TEMPÉRATURE	DEGRÉ GÉOTHERMIQUE	PROFONDEUR	TEMPÉRATURE	DEGRÉ GÉOTHERMIQUE
Mètres.	Degrés.		Mètres.	Degrés.	
10	10,5	—	890	42,9	27,20
300	21,0	27,6	900	43,5	27,00
400	24,5	27,85	910	43,8	27,00
600	31,1	28,64	930	44,6	26,90
700	34,2	29,11	950	45,2	27,00
750	36,8	28,10	960	45,5	27,10
800	38,3	28,40	970	45,7	27,20
830	39,6	28,10	990	46,4	27,30
850	40,7	27,80	1,000	46,8	27,20
860	41,0	27,80	1,009	47,4	27,00
870	41,1	27,70			

Bon O. v. E.

F. VILLAIN. — Société industrielle de l'Est. — La houille en Lorraine.

Notre confrère, M. F. Villain, membre de la Société, résume, dans une notice fort intéressante, une conférence qu'il a donnée à Nancy, en mars dernier. L'auteur entre dans quelques généralités sur les divers combustibles minéraux et sur leur gisement dans la série des formations géologiques, et expose les études récentes faites en vue de préciser la question des recherches de houille en Lorraine. On s'est demandé depuis quelques années si le bassin de Sarrebruck se prolongeait jusque dans l'arrondissement de Nancy.

Avant d'aborder la question purement locale, l'auteur examine d'une manière approfondie l'allure générale des bassins houillers voisins; il entre dans de nombreux et intéressants détails, si bien condensés qu'il

nous serait impossible de les résumer. Le fait capital est la recherche de l'*Anticlinal guide*, qui limite au Sud le bassin de Sarrebruck et que les érosions ont pour ainsi dire complètement nivelé; le ridement hercynien a si bien disparu en Meurthe-et-Moselle, que l'allure des terrains secondaires est le seul indice qui permette de le jalonner. MM. Nicklès et Authelin, en observant les allures du Lias inférieur dans le voisinage de Pont-à-Mousson, ont déterminé, entre Eply et Attou, une forme anticlinale et provoqué l'entreprise d'un sondage à Eply, actuellement en cours d'exécution. La série des couches à traverser est estimée comme suit :

Rhétien (partie inférieure du Lias).	20 mètres.
Keuper (marnes irisées).	225 —
Muschelkalk	200 —
Grès bigarré et grès vosgien	350 —

Soit environ 800 mètres. Restent le Permien et le Houiller stérile, couches qui pourraient amener une profondeur un peu trop considérable. M. Villain s'occupe ensuite des emplacements à choisir en plusieurs autres points pour l'exécution de sondages d'exploration.

Nous ne saurions assez recommander la lecture et l'étude du consciencieux travail de l'éminent ingénieur à tous ceux que la question houillère intéresse. B^{on} O. v. E.

D^r K.-A. WEETHOFER. — **Esquisse géologique du bassin houiller de Kladno-Rakonitz.** (*Verhandl. d. K. K. Geolog. Reichsanst.*, nos 17 et 18, 1902.)

L'auteur compare ce bassin à celui de Pilsen et arrive à la conclusion que les couches présentent des deux côtés une constitution analogue. A la base, on rencontre des grès grisâtres, qui passent parfois à l'état d'arkoses et renferment à leur partie inférieure une couche productive. Au-dessus des grès se trouve une série très épaisse de bancs d'argile rouge. Ceux-ci sont surmontés par une succession de couches de schistes argileux de couleur gris noirâtre, renfermant, de même que les grès gris foncé de la base, une couche épaisse de houille. L'ensemble est recouvert par une série de schistes rouges supérieurs.

L'auteur décrit longuement le gisement et la constitution des différentes couches. Nous ne relèverons que les points principaux. Les grès gris foncé de la base (Kladno-Pilsner Schichten) renferment des masses considérables de sables quartzeux presque purs, avec de faibles

quantités de feldspaths décomposés. Les arkoses sont formées par des débris de quartz, de schistes siliceux et de phyllites. En fait de fossiles, on ne rencontre que des fragments de troncs de Calamites et de Sigillaires; par contre, pas de traces d'organismes marins. La constitution de la formation lui ferait attribuer une origine plutôt subaérienne que lacustre ou fluviale. La couche des bancs d'argile rouge inférieurs (Teinitzler Schichten) doit être considérée comme une formation d'origine désertique. On y rencontre des fragments de troncs d'Araucarites silicifiés, qui rappellent par leur mode de conservation les forêts fossiles de l'Arizona et du désert Lybique. De plus, l'auteur rappelle les travaux de J. Walther, de Rohlf's, Zittel et E. Fraas, qui ont surtout étudié les formations désertiques et ont signalé la couleur rouge que celles-ci revêtent généralement.

Passant à la série suivante, celle des schistes argileux gris foncé (Schlaner Schichten), l'auteur signale qu'ils ont été le siège d'une exploitation houillère, aujourd'hui arrêtée. Leur âge géologique paraît d'une détermination difficile. Stur les range dans le Carbonifère supérieur, tandis que Kaizer les attribue au Permien. La flore carbonifère supérieure semble cependant dominer et les plantes permienues (*Calamites gigas* Brgt, *Callipteris conferta* Stbg) n'apparaissent en quantité que dans le toit de ces couches, de sorte que nous assisterions ici à l'apparition de la flore permienne.

Vient enfin la série des couches des argiles schisteuses rouges supérieures (Lihner Schichten), qui appartiendraient à une nouvelle période de climat désertique, laquelle aurait en outre duré pendant tout le Permien et le Trias, dans l'Allemagne centrale et méridionale. Cette série appartient au système permien.

L'auteur retrouve le même ordre de succession dans les formations carbonifères et permienues dans les bassins houillers de la Silésie et de la Bohême, dans ceux de la Saxe et jusque dans les bassins de la Sarre.

On voit donc que partout il y a parallélisme entre les modifications de la flore et la formation des couches sous l'influence des évolutions climatiques. La flore est purement carbonifère d'abord, dans les grès gris foncé, ce qui permet de supposer un climat encore assez humide pour donner naissance à la flore houillère, mais passant déjà aux états plus secs, dont nous trouvons les traces dans les couches suivantes, celles des argiles rouges inférieures qui renferment les troncs d'Araucarites silicifiées, dont la croissance suppose un élément moins humide que celui du Houiller, et qui nous ont été conservés grâce à un climat désertique. Pendant la formation des schistes argileux gris

foncé, le climat redevient plus humide, et la flore carbonifère envahit de nouveau les régions de l'Allemagne centrale et méridionale. Cependant les plantes permienues commencent à apparaître, et pendant la quatrième période, celle des schistes rouges supérieurs, la période permienne s'établit, la flore permienne prend le dessus grâce à ce climat plus sec, et la flore houillère a déjà complètement disparu.

V. D. W.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Dégagement désastreux d'eau chaude au Sseu-tch'ouan.

M. Bons d'Anty, consul de France à Tch'ong k'ing, nous adresse la lettre suivante :

« Le 26 février dernier, la ville de Kiu-hien (Sseu-tch'ouan) a été presque entièrement détruite par un énorme dégagement d'eau. Kiu-hien est le siège d'une sous-préfecture dépendant de Chouking, dans la partie orientale du plateau où se développe le système du Kia-ling-ho, lequel se soude au Yang-tseu à Tch'ong-k'ing même.

» Nous n'avons encore que peu de détails sur la catastrophe, quoique Kiu-hien ne soit qu'à 160 kilomètres environ d'ici. Nous l'avons apprise en voyant la « Petite Rivière » (tronc formé par la réunion du Fou-kiang, du Kia-ling-ho et du Kiu-ho et aboutissant à Tch'ong-k'ing) charrier des objets de toutes sortes, meubles, débris d'habitation, vêtements, etc., ainsi que des cadavres. Nous avons tout de suite compris qu'une catastrophe avait dû se produire dans une ville assez importante; parmi les épaves flottantes on remarquait, en effet, des livres, des insignes et des vêtements de mandarins, et quantité d'autres articles qui indiquaient la ruine d'une résidence officielle. Les eaux étant très hautes et le courant violent, les cadavres ont été entraînés par le Yang-tseu; toutefois on en a recueilli une dizaine au tournant des premières gorges. Le nombre des victimes doit être infiniment plus considérable.

» D'après ce que nous avons pu savoir jusqu'à présent, le désastre serait dû à un dégagement subit d'eaux chaudes. A ce sujet, il est bon de rappeler que cette région est très disloquée et découpée de nombreuses failles. » P. BONS D'ANTY.

A ce propos, M. A. Leclère, ingénieur au Corps des Mines, le savant explorateur des provinces de la Chine voisines du Tonkin, a l'amabilité de nous envoyer les renseignements suivants qui complètent la communication de M. Bons d'Anty :

« La région de Kia-ling-ho est le prolongement vers le Nord de la bordure du Permien salifère, sur le flanc Est de l'anticlinal de T'ong-tch'ouan. Il y a beaucoup de sources chaudes dans la région. J'ai signalé celle de Tang-tche, située à une altitude de 2 000 mètres, près de Yun-nan-fou. Il est tout naturel que sur le même alignement, à l'altitude beaucoup plus faible du Kia-ling-ho, la température soit plus élevée et atteigne le régime nécessaire au dégagement d'eau en vapeur.

» L'alignement général de dislocation actuelle du terrain dans cette région est entre le Nord et le Nord-Nord-Est, à peu près parallèle à la vallée du Kia-ling-ho; c'est un échelon de plis anciens suivi par l'affaissement actuel et annonçant le grand affaissement qui va d'Yi-tch'ang à Haï-phong. »

(La Géographie, VI, n° 4, 15 octobre 1902, pp. 254-255.)

Sur les dégagements désastreux d'eau chaude qui se sont produits au Sseu-tch'ouan en juillet dernier et qui ont été signalés dans *La Géographie* (VI, 15 oct. 1902, p. 254), notre collègue, M. Bons d'Anty, nous adresse l'intéressante communication suivante, datée de Tchentou (Sseu-tch'ouan, septembre 1902) :

« Le phénomène s'est manifesté d'abord à Long-ngan-fou (Ping vou hsien), important centre commercial et administratif, vers l'extrême Nord du Sseu-tch'ouan, dans une contrée que ceux de nos missionnaires qui l'ont visitée, notamment le provicaire apostolique de Tchentou, M. Pontvianne, s'accordent à décrire comme ayant un aspect volcanique prononcé. Vers le milieu du mois de juillet dernier (1902), une éruption de vapeur et d'eau bouillante se produisit subitement sur une montagne située derrière la ville (1), précédée par un effondrement du sommet. Les eaux, chargées de matières solides, furent projetées en une haute colonne avec une violence terrible, et, en retombant dans la plaine, causèrent une inondation dans une vallée du Feou kiang, la plus occidentale des trois rivières qui se réunissent à Hotchéou, pour aller se jeter dans le Yang-tseu, à Tch'ong-k'ing, par un bras commun. A Long-ngang-fou, le désastre fut grand; sur toute la longueur du fleuve, il y a eu également d'épouvantables ravages, notamment dans l'important marché de Tchongpa, situé au cœur de l'une des plus riches plaines de la province. Quantité de gens furent noyés et nombre de maisons emportées. La rivière charriait dans ses flots boueux, alourdis de matières éruptives qui lui donnaient une coloration verdâtre très remarquable, des cadavres, des débris de constructions, des meubles, des vêtements, des livres, etc.

» Quelques jours plus tard, à l'autre bout de la province, le district de Mapien-t'ing, contigu aux marchés des Lolos, sur la lisière occidentale du Sseu-tch'ouan proprement dit, était également désolé par un phénomène du même genre. Là aussi, des trombes d'eau portée à une température élevée firent soudain sauter le faite d'une montagne et se déversèrent dans les vallées, entraînant le débordement du Mahou, petit affluent du Tsing-chouei-ho, rivière qui se jette dans le Min, à peu près à mi-chemin entre Souifou et Kia-ting. Une partie de la ville de Mapien-t'ing fut détruite par la crue qui gonfla pendant plusieurs jours le cours du Min, où les eaux couraient avec une vélocité terrifiante, au témoignage de M. le lieutenant de vaisseau Hourst, commandant la canonnière française l'*Olry*. Cet officier, qui naviguait précisément à cette date dans ces parages, m'a rapporté avoir vu des maisons entières, arrachées d'un seul bloc de leurs fondations, descendre au fil du courant. Il eut toutes les peines du monde à se garer des collisions dont le menaçaient ces îlots flottants d'un nouveau genre et plus d'une fois les petits vapeurs qu'il conduisait faillirent être entraînés par la violence des flots.

» L'éloignement des localités où se sont produits ces phénomènes, le peu d'exactitude des informations données par les indigènes, le manque d'esprit critique dont sont entachés leurs récits, ne m'ont malheureusement pas permis de me procurer d'autres renseignements que ceux si incomplets et si peu précis, enregistrés ci-dessus. »

(*La Géographie*, VII, n° 1, 15 janvier 1903, pp. 52-53)

(1) Il est à remarquer que le nom de préfecture, dont cette ville est le siège, signifie « la Paix du Dragon », « le Dragon du Repos ». Il est vraisemblable qu'il commémore l'établissement d'une ère de stabilité du sol, après une période de convulsions sismiques.

Le Mégalosure, avec les Iguanodons de Bernissart.

En s'occupant de la mise en ordre des reptiles fossiles du Musée royal d'histoire naturelle, et plus spécialement des innombrables ossements recueillis naguère à Bernissart, un conservateur de ce musée, M. Dollo, le distingué paléontologiste, a eu l'occasion de faire une découverte intéressante : celle du Mégalosure, le gigantesque saurien carnassier qui se nourrissait des non moins gigantesques Iguanodons de Bernissart.

Pour le moment, il ne s'agit encore que d'une phalange, d'ailleurs caractéristique. C'est peu. Mais c'est une promesse pour l'avenir. La pièce indique un animal qui pouvait atteindre 4 mètres de long et 2 mètres de haut.

Si l'on venait à mettre au jour un nid de Mégalosures, comme le gîte d'Iguanodons découvert il y a vingt-cinq ans, ce serait extrêmement important pour la science, car l'animal est encore fort mal connu et il n'a pas été reconstitué dans son ensemble. Il avait, comme carnassier, des griffes pointues et recourbées, des dents tranchantes. L'Iguanodon mesurait environ 10 mètres, le Mégalosure de Bernissart, 4 mètres seulement. Ici, comme toujours, le carnassier est plus petit que l'herbivore. Comme l'Iguanodon, le Mégalosure était un animal bipède.

Nous connaissons donc, maintenant, sept des énormes sauriens terrestres, ou dinosauriens, qui ont habité la Belgique à l'époque crétacée : trois à Bernissart, deux à Lonzée, près de Gembloux, et deux à Sichen-Sussen, dans le Limbourg belge, non loin de Maestricht.

(Extrait de l'*Étoile belge*.)
