

SÉANCE D'APPLICATIONS GÉOLOGIQUES

DU 12 NOVEMBRE 1895

Présidence de M. G. Jottrand, Président de la Section
d'applications géologiques.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Communications annoncées.

M. E. Van den Broeck a la parole pour sa réfutation de la thèse présentée à la séance d'avril dernier par M. A. Flamache, au sujet du mode de formation souterraine des grottes et des cavités dans les terrains calcaires.

Le travail de M. Flamache ayant été inséré dans le recueil des *Mémoires*, il est décidé que la réponse de M. Van den Broeck lui fera suite dans le même recueil, d'autant plus que la dite réfutation est trop développée pour prendre place dans les Procès-verbaux des séances.

Elle peut se résumer comme suit :

M. E. VAN DEN BROECK. — **Quelques observations relatives à l'étude de M. Flamache sur la formation des grottes et des vallées souterraines.**

Dans son travail, divisé en deux parties, M. Flamache critique le principe de ce qu'il appelle la *théorie chimique* de M. E. Dupont sur l'origine des cavernes et cavités du calcaire, et la *théorie chimico-mécanique* de M. Van den Broeck. Il croit ses critiques inattaquables, ainsi que sa conclusion, qui est de laisser complètement de côté la *corrosion chimique* des eaux météoriques comme facteur de la formation souterraine des cavités et des cavernes du calcaire, pour les remplacer par le simple processus, exposé dans la seconde partie de son travail, d'une *érosion mécanique* résultant du mode de circulation et du mouvement de l'eau au sein des calcaires fissurés.

Pour arriver à ces conclusions, M. Flamache s'appuie successivement sur six ordres de faits qui d'après lui « montrent que l'action dissolvante de l'eau filtrante chargée d'acide carbonique, n'atteint pas les parties profondes des massifs calcaireux et qu'elle est saturée

de calcaire dès les premiers mètres de son parcours. Il croit cette action tout à fait superficielle comme champ d'action. Il relate ensuite les résultats d'une expérience de laboratoire qui, d'après lui, fournit la preuve du bien fondé de ses affirmations et il se base enfin sur certains traits et caractères de la morphologie des cavernes pour arriver à la démonstration complète, croit-il, du bien fondé de sa thèse.

Dans sa réponse, M. *Van den Broeck* fait d'abord remarquer que ni lui ni M. Dupont ne sont les auteurs des vues attribuant tantôt à l'action chimico-mécanique (ou par double jeu de corrosion et d'érosion simultanées ou concomitantes) tantôt à l'action chimique pure, la création et l'élargissement des cavités du calcaire, mais que ce sont là des notions synthétiques acquises dans l'état actuel de la science. Il passe ensuite successivement en revue, pour les rencontrer, les six ordres de faits énumérés par M. Flamache. Il montre que son contradicteur, loin d'embrasser la question d'une manière générale et synthétique, s'est borné à étudier l'action toute spéciale, par sa localisation, des eaux filtrantes *superficielles*. Il a complètement négligé l'action — ici primordiale — des eaux *d'engouffrement et de ruissellement*, qui pénètrent au sein des calcaires, y circulent en se subdivisant et en se transformant, dans leur descente, sans cesse ralentie, en *eaux d'infiltration et d'imprégnation souterraine*, restant parfaitement munies de leur *pouvoir dissolvant*.

Il montre que chaque fois que M. Flamache a cru, comme dans le cas des « limés blancs » de nos calcaires ou de la dolomitisation des calcaires magnésiens, avoir abordé l'action interne des eaux météoriques d'infiltration, auxquelles sont dues les cavités et grottes des calcaires, il s'est étrangement mépris, confondant en une série d'effets uniques des phénomènes d'âge et de portée géologique bien différents.

Passant au dispositif expérimental imaginé par M. Flamache, M. Van den Broeck montre qu'il ne correspond *en rien* aux conditions qu'offre la nature dans le cas de descente souterraine des eaux par la voie des fentes, failles et aiguigeois du calcaire et que par conséquent les résultats d'une telle expérience ne peuvent constituer un argument sérieux.

La disposition et les localisations des *poches phosphatées du calcaire crayeux de la Hesbaye* — qui ne sont autre chose qu'un résidu de dissolution chimique dû aux eaux d'infiltration — fournissent à M. Van den Broeck une série d'arguments en faveur de sa thèse et en contradiction avec les vues de M. Flamache.

Enfin la morphologie des cavernes et la proportion réelle d'argile rouge qu'elles contiennent, comme résidu de la dissolution du calcaire

enlevé, lui fournissent contre M. Flamache de bons arguments contradictoires, qui montrent que les déductions de son contradicteur, en ce qui constitue les caractères habituels des cavernes et la proportion de l'argile rouge de dissolution, ne correspondent nullement à *la réalité des faits*. Il montre, entre autres, par des documents précis, indiscutables, de graves erreurs dans lesquelles est tombé M. Flamache, dont les critiques contre l'importance de la corrosion chimique souterraine sont aussi peu fondées que sa thèse, qui consiste à vouloir la remplacer uniquement par l'érosion mécanique souterraine.

Amené à parler du mode de remplissage des cavernes à limons ossifères, M. Van den Broeck signale les travaux de MM. *M. Boule, Fraas, J. Fraipont, M. Lohest, F. Tihon*, dont il partage les vues et qui sont en opposition avec la thèse défendue par M. Dupont et par d'autres spécialistes, d'après lesquels on croyait pouvoir complètement assimiler les dépôts des cavernes aux sédiments fluviaux *extérieurs* et leur accorder une origine identique. Il semble que les observations précises faites dans ces dernières années ne justifient plus cette thèse, non plus d'ailleurs que celle défendue naguère par M. Dupont, d'après laquelle les dépôts des cavernes seraient systématiquement d'autant plus anciens que leur niveau est plus élevé au-dessus des cours d'eau actuels. M. Van den Broeck se propose de développer ultérieurement la partie, toute incidente, de sa communication qui a trait au mode de remplissage des cavernes et à l'âge de leurs limons ossifères.

A. RUTOT et E. VAN DEN BROECK. — Lecture d'extraits des principaux traités de Géologie et d'Hydrologie, fournissant l'opinion des maîtres de la science sur la question de l'hydrologie des calcaires.

L'ordre du jour comportait une lecture d'extraits et de traductions d'ouvrages dus à des auteurs d'un mérite incontesté et traitant de l'hydrologie des calcaires.

En faisant cette lecture, MM. *Rutot et Van den Broeck* ont eu pour objectif d'éclairer quelques-uns de leurs collègues, surtout ceux de la section d'hydrologie qui, n'étant pas précisément géologues, ont paru, lors des discussions auxquelles l'hydrologie des calcaires a donné lieu dans nos séances d'application, ne s'être pas rendu compte de certaines vérités, cependant incontestables.

C'est ainsi que plusieurs de nos confrères ne semblent guère vouloir admettre que la manière de voir, et de comprendre le rôle de l'eau souterraine dans les calcaires, de MM. Dupont, Rutot, Stainier et Van den Broeck par exemple (en faisant abstraction de certaines divergences

sur des points spéciaux) ne constituent nullement des *théories* qui leur sont personnelles.

Leurs vues, considérées dans leurs grandes lignes, ne sont que le reflet des connaissances et des progrès scientifiques en ce qui concerne cette matière. S'ils défendent — à des degrés différents comme intensité ou universalité de circonstances — le principe de la différenciation très accentuée des conditions de circulation, d'emmagasinement et aussi d'actions érosives (mécaniques) et surtout corrosives (chimiques) des eaux souterraines dans les calcaires d'avec ce qui se passe, à ces multiples points de vue, dans d'autres roches, et notamment dans les sédiments meubles et perméables, siège ordinaire des nappes aquifères typiques, c'est que c'est là une donnée acquise sur laquelle, dans le monde scientifique, on est généralement d'accord, par le fait d'observations générales et concordantes.

C'est afin de le prouver que MM. *Rutot* et *Van den Broeck* donnent lecture, à titre d'exemple, de quelques passages, auxquels les indications suivantes permettent de référer sans qu'il soit nécessaire de reproduire ici ces extraits.

A. DE LAPPARENT. — **Traité de Géologie**, 3^e édition, 1893.

Voir p. 194 les détails donnés sur l'infiltration dans les terrains fissurés; p. 195 le régime des sources dans les régions calcaires; p. 200 les détails fournis sur les rivières souterraines; p. 200-201 le mode de formation des grottes; (voir aussi les figures 42 et 43 de la page 203; p. 203-204 les détails donnés sur les gouffres et abîmes du calcaire.)

L'action chimique de l'eau pure et des eaux pluviales est traitée p. 309 et suivantes, et les altérations du calcaire sous cette influence sont décrites p. 314.

Le beau traité classique de M. de Lapparent est l'une des œuvres d'enseignement et de vulgarisation géologique les plus importantes et les plus estimées qui aient vu le jour dans ces dernières années, et certes personne ne songera à contester la parfaite compétence et la haute autorité de l'auteur.

E. A. MARTEL. — **Les Abîmes, les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie**, Paris, Ch. Delagrave, 1894, gr. in-4^o, 580 pages.

Ce beau livre, si instructif, si captivant, dont l'auteur a bien voulu offrir, avec d'autres ouvrages, un exemplaire à la Société, est la synthèse d'une existence toute entière consacrée à l'étude des cavernes et des eaux souterraines en régions calcaires. Il constitue un répertoire de

faits positifs, bien observés, source précieuse de renseignements inédits sur ce qui se passe dans les profondeurs des massifs calcaires.

Le livre tout entier doit être lu, car chacun de ses 35 chapitres contient des enseignements nombreux.

Il est donné lecture des quelques passages sur lesquels MM. *Ruitot* et *Van den Broeck* désirent particulièrement attirer l'attention des membres de la section d'hydrologie. Ces passages sont extraits, d'abord des pages, nombreuses, où il est question du *peu de sécurité* des sources calcaires : un frappant exemple de ce fait est fourni, p. 340, par les relations du gouffre de la Berrie, dans la vallée du Vert, avec la source de Graudenc.

Le chapitre XXX (pp. 522 à 535), consacré aux *eaux souterraines*, est à lire tout entier et à méditer, surtout dans ses passages (pp. 524-528) relatifs à la distinction, au point hydrologique, des terrains en diverses catégories et à la descente par infiltration, suintement et écoulement plus rapide, des eaux souterraines. Les pp. 531 à 535 fournissent d'intéressants détails sur la disposition et l'écoulement des eaux arrivées, en profondeur, à la fin de leur descente verticale ou oblique, dans les terrains dits de suintement.

Le chapitre XXX (pp. 536-548) est consacré aux *cavernes* en général. On y trouve (pp. 537-538) des données sur le rôle de l'érosion mécanique et de la corrosion chimique, montrant que l'auteur, sans méconnaître entièrement cette dernière action, s'est surtout attaché à mettre en lumière les phénomènes d'érosion mécanique, qui dans les régions calcaires, qu'il a spécialement étudiées, paraissent, en effet, plus généraux et aussi plus tangibles dans leurs effets, que dans les massifs de calcaires primaires de Belgique, d'Angleterre, d'Écosse et d'autres contrées à calcaires anciens. Peut-être pourrait-on lui reprocher d'avoir trop généralisé ce qu'il a vu et de n'avoir pas accordé à la corrosion chimique *la part prépondérante* qui, en règle générale, lui revient.

Dans le chapitre XXXII de son livre, pp. 549-555, consacré aux *sources*, M. Martel signale avec raison le danger de contamination que courent souvent les sources en terrains fissurés et il s'élève énergiquement contre l'habitude funeste qu'ont souvent les habitants des plateaux calcaires de jeter des immondices et des cadavres de bêtes mortes dans les fentes, cavités et ouvertures du calcaire, au fond desquelles ces causes de contamination peuvent arriver en contact avec des eaux courantes ou d'infiltration alimentant des sources.

En résumé, il est intéressant de constater qu'un auteur, que les nombreux cas d'érosion mécanique qu'il a pu constater ou interpréter comme tels dans les régions spécialement étudiées par lui, n'ont pas empêché.

de reconnaître, dans une certaine mesure, l'importance du processus chimique, a obtenu comme résultat d'observations directes, en ses nombreuses campagnes et explorations souterraines, les mêmes vues sur la *circulation* et sur la *localisation* des *eaux souterraines en roches calcaires* que celles défendues par MM. Dupont, Rutot, Stainier, et Van den Broeck.

Il n'est pas douteux que lorsqu'il se sera, dans l'avenir, mieux rendu compte de l'importance primordiale du phénomène chimique comme *agent général d'ablation calcaire*, il se ralliera franchement aux vues actuellement admises à ce sujet par les géologues de tous pays.

J. GOSSELET. — **Leçons sur les nappes aquifères du Nord de la France.** (Voir *Annal. Soc. Géol. du Nord*, tome XIV, 1886-87, et *Bull. Soc. belge de Géologie*, tome II, 1885. — Trad. et Reprod.).

L'auteur y défend nettement (Voir *Bull. de la Soc. belge de Géol.* 1885. — Trad. et Reprod. p. 23) la thèse de l'*origine chimique* des cavernes du calcaire et signale la *circulation localisée* de l'eau dans les roches de cette catégorie.

Dans sa quatrième leçon (pp. 25-30) l'auteur montre les irrégularités de disposition des « nappes aquifères » dans les terrains anciens ou en couches inclinées et notamment dans les calcaires, où des niveaux d'imprégnation sont souvent en rapport direct avec *les allures des couches* et prennent par conséquent des dispositions *tout autres qu'en terrains meubles et perméables*.

DAUBRÉE. — **Les eaux souterraines à l'époque actuelle.** Paris, 1887, tome I.

Le chapitre V, consacré au rôle des cavernes et qui comporte plus de 80 pages, réclame tout entier une lecture attentive, qui ne peut être faite en séance. M. Van den Broeck se borne à lire quelques passages relatifs : (p. 299) à ce que dit l'auteur de l'*origine des cavernes* des massifs calcaires et dolomitiques et aux actions à la fois mécaniques et chimiques des eaux de la surface qui se sont introduites en profondeur; viennent ensuite (p. 304 et suivantes) des détails relatifs à l'influence des cavernes sur le régime des eaux, aux gouffres des calcaires, aux effondrements, aux rivières souterraines, aux pertes et aux réapparitions, ainsi qu'à l'origine des sources.

Les détails locaux fournis (p. 313) relativement à la Touvre; à certaines sources de l'Hérault (p. 314); aux calcaires de l'Isère et de la Drôme (p. 315); aux cavités souterraines traversées par des cours d'eau (p. 336-

342); les données rappelées au sujet des infiltrations souterraines de Blyberg, près Moresnet (p. 344); les travaux d'isolement nécessités par les aiguigeois de la Gueule (p. 345); et enfin de multiples données sur le régime de la circulation des eaux souterraines de l'île d'Æsel (Baltique), du Calcaire carbonifère en Angleterre et en Irlande, et des calcaires d'Espagne, d'Italie, de Moravie, de Bosnie, de Croatie, de Grèce, de Crimée, d'Algérie, de Syrie et des États-Unis (pp. 350-367) montrent l'*absolue universalité* des phénomènes de *circulation* et de *localisation* des eaux souterraines dans les roches calcaires.

Qui, après avoir pris connaissance de ces données, si positives, si concordantes, oserait encore soutenir que, du moins dans la partie descendante et courante de leur parcours souterrain, les eaux souterraines des *calcaires* puissent être assimilées aux eaux et aux nappes d'imprégnation générale des *dépôts meubles et perméables*.

Une pareille assimilation ne devient admissible, fait remarquer M. Van den Broeck, que dans les bas niveaux des massifs calcaires situés en dessous des thalwegs des vallées et sous les niveaux des *sources*. Celles-ci sont plutôt en rapport, dans les massifs calcaires, avec les eaux supérieures du régime *circulatoire localisé* qu'avec celles inférieures — quand elles existent — du régime *statique sous-jacent*. Bien entendu, le trop plein de ce niveau statique inférieur peut cependant alimenter des sources dans le fond des vallées.

CREDNER. — **Traité de Géologie et de Paléontologie**, édition française, Paris, 1897, 2^e édition.

La lecture de ce manuel montre que les notions exposées par les auteurs français ne diffèrent en rien des idées admises par les savants d'autres pays, et le traité classique de Credner — dont les déclarations de MM. Delesse, Dewalque, Lory et Gosselet, insérées dans la préface de l'édition française, sont un garant de sa haute valeur — fournit, dans les brèves pages qu'il consacre (pp. 175-197) à l'eau comme agent géologique, à l'action chimique de l'eau, et au *processus hydro-chimique* par dissolution, hydratation, oxydation, réduction et carbonisation, une remarquable synthèse, résumée p. 193, des multiples actions de l'eau d'infiltration.

C'est la justification complète, absolue, de cet énoncé fourni au début de son chapitre sur l'action des eaux et qui dit (p. 175) : « On se croyait obligé d'admettre des forces extraordinaires, des phénomènes tout particuliers : l'on fut bien étonné lorsqu'on reconnut enfin dans la *goutte d'eau* qui pénètre partout, l'élément dont l'activité tranquille mais ininterrompue, était la cause principale de la configuration actuelle de la surface du sol. »

L'auteur allemand fournit enfin (pp. 202-204) en ce qui concerne la formation des *cavités dans les roches calcaires* des détails suffisamment précis pour ne laisser aucun doute au sujet de l'importance du *processus chimique*; ce qui ne l'empêche nullement de traiter également (pp. 204-218), avec toute l'extension que le sujet comporte, l'activité mécanique des eaux courantes. L'action mécanique des eaux souterraines lui paraît sans doute un facteur si peu général et si peu important qu'il n'y fait aucune allusion dans son livre.

H. WOODWARD. — **Géologie de l'Angleterre et du Pays de Galles**, Londres, 1887.

En terminant la lecture des extraits que M. Rutot et lui ont soumis à l'assemblée, M. Van den Broeck — qui désire montrer que partout où existent des calcaires les mêmes phénomènes ont été constatés, quel que soit le pays en vue — traduit comme suit quelques passages caractéristiques du beau traité de M. H. Woodward :

(p. 532.) Souvent en atteignant une formation calcaire, telle que le Calcaire carbonifère, après avoir passé au-dessus d'un affleurement de schistes inférieurs, les rivières suivent le substratum schisteux et disparaissent sous le calcaire dans des abîmes ou bétoires.

De bons exemples de ces disparitions en aigueuois se trouvent à Downhead Mill, à Priddy et à Chatterhouse près Blackdown, sur les collines de Mendip.

(p. 540.) Dans la plupart des calcaires il se forme des cavernes soit dans l'intérieur des terres, soit sur le littoral. Beaucoup, sans aucun doute, sont dues à l'élargissement de fissures le long des plans de stratification, des diaclases et des failles; elles consistent en une succession de chambres à divers niveaux. Elles doivent leur origine à l'*action chimique* de l'eau acidule atmosphérique aidée par la désintégration mécanique du calcaire, par la gelée et par d'autres agents *météoriques*. A cet égard elles diffèrent des grottes ou caves des falaises littorales, que l'on trouve dans différentes espèces de roches, tant calcaires que siliceuses et qui sont principalement formées par *usure et ablation mécaniques*. Les matériaux provenant des cavernes intérieures sont, pour la plus grande partie, enlevés par des cours d'eau souterrains, sous forme d'éléments en suspension et en dissolution.

Des parties du matériel sont souvent redéposées sous forme d'accumulations stalagmitiques ou stalactitiques, dans les vases, limons (limons des cavernes) ou de cailloux et de détritits anguleux (brèches).

(p. 541.) Les Cavernes sont particulièrement abondantes dans les calcaires carbonifères et devoniens; mais elles se rencontrent aussi

dans quelques calcaires d'âge oolithique et également dans les calcaires magnésiens.

(p. 604.) Dans les régions calcaires, spécialement du Calcaire carbonifère du Derbyshire, de Glamorganshire et du Somersetshire, le pouvoir de l'eau pluviale contenant de l'acide carbonique s'affirme très grand en dissolvant la roche et en formant des cavernes, et il a été démontré, par PHILIPS (*Geol. Mag.*, 1864, p. 230) et DAWKINS (*Idem*, 1865, p. 81), que plusieurs vallées et ravins de ces régions peuvent avoir une telle origine.

Dans plusieurs cas, ces vallées profondes ont été formées en partie par la dissolution de la roche et par des courants, aidés par l'action mécanique de la gelée. Les vallées dites Dove Dale, Dondale, les Winnats, près Castletown et Gordale en sont des exemples, bien connus dans les régions calcaires.

(p. 685.) « La surface du Calcaire carbonifère est souvent corrodée en cavités curieuses et de formes fantastiques. Ces conditions s'observent dans des situations où le calcaire est exposé, c'est-à-dire peu ou point protégé.

La grande majorité de ces trous et de ces cavités irrégulières, de ces surfaces alvéolées des calcaires sont, sans aucun doute, dues aux érosions et corrosions chimiques et mécaniques de l'atmosphère, car dans bien des cas les fossiles se montrent en relief sur la surface des cavités; toutefois, arguant de la présence d'*Helix nemoralis* et d'autres coquilles terrestres dans de telles cavités, on a attribué la formation de certaines de ces érosions à l'action des Mollusques... » L'auteur réclame toutefois des preuves en faveur de cette affirmation.

M. *Van den Broeck* fait remarquer que la mise en relief des fossiles dans les surfaces corrodées de nos roches calcaires de Belgique constitue un fait très général et des plus significatifs au point de vue de la preuve qu'il apporte du bien fondé de la thèse d'une *corrosion chimique* aidée par les influences purement atmosphériques (gelée, etc).

De telles surfaces, *avec fossiles en relief*, s'observent parfois également dans nos grottes et cavités souterraines du calcaire et elles y constituent un argument absolument défavorable à la thèse des processus d'ablation mécanique des eaux courantes.

MM. *Van den Broeck* et *Rutot* regrettent, vu l'heure avancée, de ne pouvoir étendre davantage la lecture de tels extraits, mais ils comptent, s'il est nécessaire, de reprendre cette tâche ultérieurement.

MM. *Verstraeten* et *Flamache* présentent sommairement quelques observations, dont l'exposé est réservé, pour le même motif que ci-dessus, à plus tard et la séance est levée à 10 h. 50.