

REVUE GÉOGRAPHIQUE DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

COURS SUPPLÉMENTAIRES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

COURS SCIENTIFIQUES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

DIRECTION : MM. G. YUNG et E. ALGLAVE

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE DU N° 45

- SOCIÉTÉ GÉOGRAPHIQUE AMÉRICAINE DE NEW-YORK. — F. SHERWIN, L'évolution des techniques de la cartographie.
- INSTITUTION ROYALE DE LA GRANDE-BRETAGNE. — LECTURE YULE, Les sciences géographiques de la géologie. — Les courbes
- BOULÈVE SCIENTIFIQUE DE 1934. — M. CHEVREUX, L'usage des cartes géographiques dans les enseignements de géographie.
- LES MÉTÉOGRAMMES À PARIS. — G. YUNG, Les courbes des courbes de la température.
- LA LINKAÏNE DE BERMENBAILLÈRE. — G. YUNG, Les courbes de la température.
- BRUXELLES. — M. MATHIEU, L'évolution de la géographie.
- CHATELAIN. — M. MATHIEU, L'évolution de la géographie.
- LES CING PRINCIPES DE LA GÉOGRAPHIE. — M. MATHIEU, L'évolution de la géographie.

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES — L'ANNEE 1900 — TOME I — 1900

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES — L'ANNEE 1900 — TOME II — 1900

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES — L'ANNEE 1900 — TOME III — 1900

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES — L'ANNEE 1900 — TOME IV — 1900

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES — L'ANNEE 1900 — TOME V — 1900

THE LANCET
JOURNAL OF BRITISH AND FOREIGN MEDICAL OPINION

ESTABLISHED IN 1841

1900

Articles Originaux sur les maladies des enfants, l'épilepsie, les tumeurs, etc.

Revue de la littérature étrangère, l'hygiène, les maladies contagieuses, etc.

Revue de la littérature française, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature allemande, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature italienne, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature espagnole, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature portugaise, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature grecque, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature latine, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature hébraïque, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature arabe, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature persane, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature turque, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature russe, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature japonaise, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature chinoise, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature indienne, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature australienne, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature américaine, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature africaine, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature asiatique, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature océanique, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature antarctique, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature arctique, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature polaire, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature équinoxiale, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

Revue de la littérature tropicale, les maladies contagieuses, les maladies des enfants, etc.

En vente chez M. le Directeur, 11, rue de Valenciennes, Paris.

Paris, le 15 Mars 1900.

Abonnement: 12 francs par an, en avance. — Les annonces sont reçues chez M. le Directeur, 11, rue de Valenciennes, Paris.

LES CINQ PREMIERS ANNIERS DE LA
REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES
SONT EN VENTE

COURS SCIENTIFIQUES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

SEPTIÈME ANNÉE

NUMÉRO 43

29 SEPTEMBRE 1899

Paris, 28 septembre 1899.

Les vacances ont toujours été l'époque des congrès scientifiques... ou autres, et, depuis un mois, nous avons été largement partagés sous ce rapport.

Le Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques aigéni est allé à Copenhague. On en trouve un compte rendu sommaire à la fin de ce numéro.

Le 4 septembre s'ouvrait à Heidelberg un congrès d'ophthéalmologie qui a duré trois jours. Les questions pratiques y ont occupé le plus grande place. On y regrette l'absence de M. Heinholtz, alors en vacances.

On se souvient du Congrès médical international tenu à Paris en 1887 à l'occasion de l'Exposition universelle. Ce congrès, voulant lui aussi se perpétuer, réunit de toute sa province venue en Italie... dans la capitale naturaliste. Mais verra-t-on encore Florence? Beaucoup de médecins en doute. Cependant, on ne craint pas surtout de réviser la question romaine dans le sens de ses désirs, le congrès sera par excellence : *Le caravaggio à l'étranger*. Il vient de se réunir à Florence, le 28 septembre. Pour attirer les médecins étrangers, le gouvernement italien accorde le retour gratuit sur les chemins de fer italiens à tous ceux qui auront assisté à ce congrès.

Cette année, le Congrès des naturalistes et médecins allemands vient de séjurer à Isprecht, la capitale du Tyrol autrichien. Les Allemands emploient sous le nom de naturalistes tous les savants qui étudient la nature. On connaît les résolutions émanées de ce parti catholico-royal antichristian aux formes libérales de M. de Bonst et aux tendances de l'esprit moderne. L'évêque d'Isprecht lui-même n'est pas un des membres les moins ardents de ce parti qui a beaucoup d'influence dans le Tyrol. On prétend que le choix d'Isprecht a été primitivement. Les savants du Nord, élevés dans un milieu intellectuel plus indépendant, ne soutient pas Balthus Fialter un peu leurs collègues libéraux du Midi en... démentant leurs adversaires.

La Russie elle-même entre dans ce grand mouvement des congrès scientifiques où la France tient malheureusement un trop petite place. À l'initiative de l'Association britannique, de l'Association américaine et du Congrès des naturalistes allemands, les travaux russes ont été invités sous un congrès périodique annuel qui vient de tenir à Moscou sa seconde session sous la présidence de M. Tchoukovsky. Ce congrès aura été servie de l'ambassadeur vicariste de la naissance de Cœlius, qui semble avoir disparu en France dans l'arrière d'un autre adversaire, et il a accepté, pour le consacrer, un témoignage de M. H. de Bonst à l'Académie de Paris.

SOCIÉTÉ GÉOGRAPHIQUE AMÉRICAINE DE NEW-YORK

M. T. STERRY BENT (2)

de la Société Royale de Londres

Les volcans et les tremblements de terre

Mon intention est de discuter dans cette lecture la nature et les causes des éruptions volcaniques et des tremblements de terre, avec les phénomènes qui s'y rattachent, et de rechercher les raisons de leur distribution géographique particulière. Les mouvements violents de la croûte terrestre sont limités à certaines régions du globe, qui sont en même temps remarquables pour leur activité volcanique, d'où l'on peut raisonnablement conclure que les tremblements de terre et les éruptions volcaniques ont la même origine. La projection de roches en Igloolik, et très-souvent en Islande, par certaines éruptions de la croûte terrestre, les déplacements de différents gas et de vapours, accompagnés de mouvements géologiques brusques et instables ou d'affaissements de surfaces considérables, et d'oscillations d'une grande amplitude, sont indiqués le rupture d'une couche de son solide qui repose sur une masse inférieure de fluides ou Igloolik. C'est aux mêmes conditions qu'il faut encore attribuer les mouvements lents de certaines portions de la surface terrestre, qui produisent le soulèvement ou l'affaissement des continents dans les régions désignées des centres d'activité volcanique. Les tensions latérales de la portion de croûte qui est sur le point de céder et la brusque rupture de parties sensibles à une pression trop considérable, telles sont probablement les causes immédiates des phénomènes qui produisent les tremblements de terre ; suivant les calculs de H. de Bonst, c'est à des profondeurs qui peuvent varier de sept à trente milles (de 11 à 48 kilomètres) que l'on doit placer le siège de ces phénomènes.

Il est bon de donner une explication rapide des phénomènes qui produisent les volcans, avant d'entrer dans le détail des recherches qui font le sujet de cette conférence. Les volcans sont des ouvertures de la croûte terrestre par lesquelles s'échappent des substances solides, liquides et gazeuses, généralement à une température fort élevée. Quelqu'elle la matière que rejette le volcan sont solides et se composent de fragments de roches, ou de ce que l'on appelle des cendres volcaniques. Le plus souvent cependant, elles sortent dans un état de fusion plus ou moins complète, et produisent alors le

(2) Voyez une autre lecture de M. Sterry Bent, sur le Choc de la grande éruption de la terre dans notre tome IV, page 191, 22 octobre 1897.

non de lave, cette substance est quelquefois liquide et éboulante, mais le plus souvent pâteuse et visqueuse, de sorte qu'elle se coule que lentement et avec peine. Les matières solides ou liquides que reçoit le volcan forment par leurs écoulements successifs accumulés des cônes volcaniques; ce fait, considéré par les observateurs modernes, est venu dériver le théorie des anciens qui croyaient que les volcans volcaniques sont dans un refroidissement, par la pression intérieure, des masses rocheuses primitivement hémisphériques.

Le vapeur d'eau est le premier des produits gazeux des volcans; l'eau semble non-seulement jouer un rôle dans toutes les éruptions volcaniques, mais aussi être en combinaison intime avec les laves; elle contribue à les rendre liquides, comme Scrope l'a fort bien montré. A cette température élevée, l'eau ne peut exister en combinaison que sous une forte pression; dès que cette pression s'élève plus, l'eau passe à l'état de vapeur, ce qui explique le bouillonnement des laves et leur ascension dans les cratères des volcans. Outre le vapeur d'eau, de l'acide carbonique, de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène libre, en se combinant avec du soufre et du carbone, s'échappent des volcans volcaniques. La combinaison des gaz inflammables en contact de l'air produit quelquefois le phénomène de volcans montagneux brûlantes; car ce nom ne doit pas être donné aux montagnes qui ne contiennent que des gaz acides, de la vapeur d'eau et des roches incandescentes incandescentes. Les laves élastiques qui s'échappent des laves leur donnent une structure cellulaire; mais quand les laves se refroidissent lentement sous une forte pression, comme on peut le voir dans les masses souterraines qui s'élèvent les flancs des volcans, les volcans placentes deviennent plus denses, présentent un aspect cristallin et ressemblent aux roches volcaniques plus modernes que l'on trouve dans des contrées où il n'y a plus de volcans. Ce sont surtout les granits, les trachytes, les diabases, des basaltes, etc., et ces roches volcaniques, bien que extrêmes comme des laves, se sont solidifiées en masses des rochers qui les entourent et par conséquent sous une pression considérable. Leur position indiquée, soit les parties inférieures de volcans dont les cônes se sont peu à peu effacés, soit des jets de roches liquides qui s'étent pu arriver à la surface. Les jets de ce substance et la formation de laves volcaniques se sont que des accidents dans l'histoire du travail igné qui se poursuit sous la surface terrestre. Nous regardons donc l'entraînement de la matière ignée, soit sous la forme de laves ou de cendres et la surface, soit sous celle de roches placées entre des couches différentes, comme une manifestation de l'action volcanique dans son sens le plus large. Dans cette étude, nous considérons à la fois les régions qui ont été le théâtre de grands soulèvements de roches placentes pendant les périodes géologiques antérieures, et celles où les volcans sont encore en pleine activité, activité qui remonte presque toujours jusqu'à une partie de l'époque quaternaire. Nous commencerons par ces dernières régions, la première et la plus importante de toutes est la zone étendue de l'Asie qui s'étend qui comprend les bords de la Méditerranée, de la mer d'Azov et de la mer Caspienne, et qui continue à la péninsule Indienne pour se terminer dans l'Asie centrale aux monts Thian-Chan. Cette zone immense, qui s'étend environ 80 degrés de longitude, renferme tous les volcans historiques de l'Asie moderne, auxquels il faut ajouter les volcans éteints de la Barrie, de la Galatie, de l'As-

sie, de l'Arabie, de l'Inde, de la Hongrie, etc., dont quelques-uns ont probablement été encore en activité pendant le période géologique de l'homme.

C'est en fait remarquable que cette région a presque le même étendue que celle qu'ont occupé pendant les siècles les grandes zones civilisées du monde. Parfois les plateaux de l'Asie centrale pour s'étendre à l'ouest jusqu'aux colonies d'Europe, les volcans indo-européens étaient limités par le volcan et le tremblement de terre. Cette de zone étendue n'était pas une fois dérangée à ces phénomènes, comme le prouvent amplement toutes les images poétiques des Écrivains hébraïques. Dans le langage de leurs auteurs, les montagnes sont fondées; elles tremblent et s'effondrent devant Dieu, quand celui le feu qui brûle tout, se retire s'épanche comme le feu; il touche les collines et elles flambent, tandis que le feu et la soufre viennent détruire dans les plaines les villes nouvelles, dont les fondements ne sont qu'un torrent de matières fondus. Les points et la mythologie des Grecs et des Romains sont également remplis d'allusions au ruissellement de feu souterrain, qui est la source des volcans et des tremblements de terre, et leur influence se reconnaît dans toute la littérature d'imagination et dans les systèmes religieux des nations indo-européennes. Sans doute, le contact de ces peuples avec ces manifestations terribles de forces invisibles qui s'échappent à leur prévision et à leur contrôle, ont agité fortement sur leur développement moral et intellectuel, et ce développement avait présenté des phases bien différentes de la barrière de ces zones où il n'y avait pas de volcans, où les volcans sont innombrables et où les tremblements de terre se font à peu près continuellement.

Avec la grande région qui nous venons d'étudier, il faut compter celle du continent américain du Pacifique, de l'Asie à Alaska, d'où s'étend le long de la côte orientale de l'Asie une ligne d'action volcanique qui va jusqu'aux terribles montagnes brûlantes de l'archipel indien. Les bords du Pacifique ont aussi d'les volcans, et des volcans brûlent jusqu'au milieu des glaces épaisses du continent antarctique. Le contour de l'Asie Atlantique est également parsemé de volcans, depuis l'île Juan Fernandez et l'Islande, jusqu'aux Canaries, aux Açores et aux îles Canaries; puis, au sud, jusqu'à l'Amérique, à Saint-Pierre et à l'île Tristan d'Acunha.

A l'exception des deux régions que nous avons indiquées plus haut, les conditions ne présentent pas d'indices d'action volcanique moderne; les régions d'activité volcanique ancienne, situées par la présence de grands soulèvements de roches éruptives, sont également limitées et circonscrites. Dans l'Europe septentrionale, nous voyons le chaîne de l'Oural, une partie de l'Altaï montagne centrale et une partie des îles Hébrides; dans l'Amérique du Nord, il semble n'y avoir eu que deux régions volcaniques pendant le période primitive: l'une dans le bassin du lac Supérieur, et l'autre dans les deux versants de la chaîne des monts Allegheny au nord-est, comprenant les vallées du cours inférieur du fleuve Saint-Laurent, le lac Champlain, l'Ontario et le Connecticut, et continuant encore vers le sud. L'étude des diverses roches éruptives de cette région montre que l'activité volcanique y a commencé sur plusieurs points avec l'époque primitive, pour se prolonger encore au-delà de la fin de cette époque.

Tous ces faits principaux de l'histoire des volcans, par leur ensemble ont différentes théories données à certains

époque pour les expliquer. La première idée, la plus naturelle, est celle de la combustion; aussi voyons-nous les premiers auteurs attribuer l'existence des volcans à la combustion du charbon, de l'écume ou du soufre. A mesure que l'on s'est fait une idée plus juste de la nature de la combustion, et de la nature de l'air pour l'entretenir, on s'est adonné à d'autres notions chimiques comme causes probables de l'existence de ces incendies, l'un ou l'autre expliqué par la combustion des sulfures avec l'oxygène ou le plasma de l'eau. Quand l'ary a découvert dans les terres et les sables des bases métalliques qui décomposent l'eau avec une grande énergie et même avec tous les phénomènes de la combustion, on s'est élevée la théorie chimique des volcans, théorie qui a conservé ses partisans jusqu'à nos jours. D'après cette théorie, l'intérieur du globe se compose des bases métalliques, des terres et des sables qui s'oxydent par l'infiltration lente des eaux de l'océan, développant ainsi une chaleur latente; alors les cratères produisent surtout en fusion et forment les laves et les roches éruptives. Au point de vue chimique, les objections que soulève cette théorie sont nombreuses, et, selon moi, irréfutables; de plus, elle s'explique avec des faits qui ne s'attachent à la distribution passée et actuelle des volcans, et se trouve en désaccord avec les vues sur l'état primitif du globe que nous suggèrent naturellement les déductions de l'astronomie, de la physique et de la chimie modernes.

Il serait inutile de répéter ici les arguments que l'on invoque à l'appui de la théorie d'après laquelle notre terre serait un globe en train de se refroidir, après avoir passé par des phases différentes, depuis celle de masse incandescente diffuse, jusqu'à l'état liquide, pour arriver enfin à son état de solidité actuelle avec une croûte continue refroidie. Il ne faudrait pas non plus de l'accroissement régulier de température que l'on suppose à mesure que l'on pénètre plus profondément dans la croûte solide, d'où l'on conclut qu'à profondeur de quelques milles on arriverait à la température de l'ignition (1). Si nous supposons que le globe, liquide à une époque donnée, ait commencé à se solidifier à la surface, et que celle-ci se soit ainsi recouverte d'une croûte peu conductrice de la chaleur, il ne serait pas difficile d'admettre, comme le font quelques auteurs, l'existence d'un centre encore liquide, entouré d'une enveloppe de matière solidifiée, sur laquelle se sont déposés les roches sédimentaires. Cependant plusieurs objections, d'allure indépendante les unes des autres, tirées les unes des phénomènes de la présence des équilibres, les autres de la théorie des masses et de poids des masses de masses de montagnes telles que l'Himalaya, et qui s'élèvent contre cette hypothèse d'une croûte mince reposant sur une masse centrale liquide. A ces objections il faut en ajouter une fort importante, d'un ordre différent. Si nous en jugeons d'après les proportions connues des roches que nous avons pu étudier, la solidification doit commencer non par la surface, mais par le centre du globe liquide, fait auquel contribueraient d'ailleurs l'influence de la pesanteur. Celle-ci élève la température de l'eau des substances qui, comme les roches et la plupart des sables, deviennent moins denses en fondant, tandis que de l'autre côté elle abaisse le point de fusion de celles qui, comme le glaise, deviennent plus denses en fondant. Nous pouvons ajouter ici que la pesanteur augmente la puissance

différente de l'eau pour la plupart des corps dont la solution aqueuse donne un mélange d'une densité supérieure à celle de la majeure des corps qui y entrent; ce sera plus loin l'importance de ce point. Voilà, en résumé, la théorie qui résulte des considérations précédentes, théorie adoptée par Hutton et par Scrope; le centre de la terre est solide, quoiqu'il conserve encore presque la même température élevée à laquelle il s'est solidifié. A un moment assez avancé de cette solidification, l'enveloppe continue de matière en fusion est devenue visqueuse, de manière à empêcher la chute des particules plus pesantes refroidies par le rayonnement de la surface; une croûte s'est donc formée, en train de laquelle le refroidissement s'est continué depuis lors avec une grande lenteur. Ainsi, il est resté entre cette croûte et le noyau solide des parties, au point de vue même, selon Scrope, une enveloppe continue de matière encore liquide, et c'est dans l'intérieur de cette couche ou de lacs de matière non solidifiée que nous devons chercher l'explication de tous les phénomènes de volcans et de tremblements de terre, de refroidissement et d'élévation, et aussi des mouvements éruptifs ou des formations des chaînes de montagnes, et généralement exposé par M. Sturton, la contraction lente du globe à mesure qu'il se refroidit, fait d'une importance si grande pour ses théories géologiques, s'est solidifié par cratères par cette hypothèse, ajoutons qu'une structure semblable du globe, consistant en un noyau et une croûte, tous deux solides, séparés par une couche liquide, avait été indiquée il y a longtemps déjà par Hutton, pour expliquer les phénomènes du magnétisme terrestre. Scrope a complété cette hypothèse par l'idée que des variations de tension ou de pression peuvent être produites dans les parties de matière situées à une certaine distance au-dessous de la surface, de l'état solide à l'état liquide, et réciproquement, ce qui permet d'expliquer les variations temporelles et locales de l'activité volcanique.

Cette théorie de Hutton et de Scrope, si complète en apparence, se rapproche de celle que l'adopte, avec des différences sur plusieurs points fort importants. Tout se réduisant avec ces auteurs l'existence d'un noyau et d'une croûte solides, séparés par une couche de matière à demi liquide, le caractère cette dernière sera comme une partie de la matière liquide encore liquide, mais comme une croûte qui, déjà solidifiée, est reliée au liquide par l'action de l'eau, sans l'influence de la chaleur et de la pression. Quand le globe, dans son refroidissement, se arrive ce point, imaginé par Hutton, et une croûte solide s'est formée au-dessus de la couche peu profonde de matière en fusion qui entourait le noyau solide, le refroidissement et la contraction de cette croûte donnent, en se continuant, l'origine des mouvements éruptifs qui la suivent et dont nous les parties liquides subsistent au-dessous. Lorsqu'enfin l'élévation de la température est parvenue à l'eau de se précipiter de l'épaisse atmosphère primitive, toute la masse de croûte fondue et de partie liquide sous-jacente, en train de se refroidir et de se disséquer, est nécessairement exposée à l'action de l'air et de l'eau. En la suite, le noyau solide de cette croûte fut élargi par un effet de contraction de la croûte sous-jacente disséquée et impregnée d'eau, dérivé de son enveloppe primitive, et cela d'où devait venir le monde de l'histoire géologique et de l'histoire de l'homme, ainsi l'origine de la chaleur latente, et avec celle de l'air et de l'eau de l'éther.

A mesure que nous descendons dans la couche géologique

(1) Sur ces questions, voyez une lecture de M. Sturton dans son *Physical View*, par M. H. Sturton 1820.

terrestre, nous constatons un accroissement de température régulière, qui est probablement dû au rayonnement local de la chaleur centrale. Dans l'état actuel de notre connaissance, ce rayonnement est si lent que l'élévation de température, à mesure que l'on descend, n'est que d'environ un degré centigrade par cent pieds; mais si nous admettons l'hypothèse d'un globe en voie de refroidissement, on peut démontrer que, dans les premiers âges géologiques, cette élévation a dû être dix ou même vingt fois plus grande qu'à présent. Comme cette élévation de la température, à mesure que le profondeur croît, est la même loi dans les terrains de formation récente que dans ceux de formation plus ancienne, il s'ensuit que l'accumulation de sédiments sur un point et à une époque donnée, augmente une élévation locale de température dans la portion qu'elle recouvre, de sorte qu'à un dépôt de quelques milles d'épaisseur à une époque comparativement moderne, et sans doute l'autant de millions de pieds à l'époque élastique ou même primitive, suffirait, avec le temps, pour élever la température des parties sous-jacentes, de manière à déterminer dans les sédiments des combinaisons chimiques et mécaniques nouvelles. L'action dissolvante de la chaleur sur ces substances portées qui contiennent en général plusieurs oxydés d'eau, serait bientôt neutralisée par la consolidation considérable due aux combinaisons chimiques qui précèdent les nouveaux dépôts plus densés dont sont formés les roches cristallines et métamorphiques. L'action des substances astringées, en présence de l'eau et avec l'aide de la chaleur, sur les différents carbonates, les silicates, les sulfates et les matières organiques qui abondent dans la plupart des terrains de sédiment, dégageait néanmoins son gaz acides qui se dégagent et s'échappent pendant les éruptions volcaniques. Il se faut pas oublier que l'eau, sous une forte pression et à une température élevée, acquiert une puissance dissolvante extraordinaire; tandis que, d'après ce que nous avons dit de l'influence favorable de la pression sur la dissolution, on voit que le poids de la masse supérieure devient une cause déterminante de la dissolution des roches sédimentaires inférieures. Le temps nous manque pour discuter les grandes masses qui, dès les premiers âges géologiques, ont été soulevées sur les sédiments, détruisant les continents et les remanifestant tour à tour. La dépression de la croûte mobile ou élastique des régions de grande accumulation, produit le ramollement des couches inférieures et plus faibles, tandis que la grande masse des roches plus élevées s'aggrave et se durcit, de sorte que le résultat final de la contraction de la terre est le soulèvement d'une masse dure et rebelle, dont les topographies constituent une région montagneuse.

Les roches qui, par suite de leur composition, descendent dans ces conditions les produits les plus liquides, sont, on le conçoit, la source de toutes les roches platoniques et volcaniques. Avec l'eau et les gaz dissolvants liquéfiés, ces produits s'échappent par les fissures qui se forment dans les couches supérieures, ou se font jour jusqu'à la surface. Les différences que l'on observe dans la composition des laves et dans les gaz qui les accompagnent, selon les régions, et, en même endroit, selon les époques différentes, viennent confirmer cette manière de voir; quoique ce fait, que tous les différents types de laves se trouvent représentés dans les roches sédimentaires aqueuses, qui peuvent les produire par voie de fusion.

C'est Scarpas qui, le premier, a insisté sur la présence de

Tous dans toutes les laves, dont elle semble être une partie indissoluble; et ce fait ne peut guère s'expliquer que par l'hypothèse que nous venons d'admettre. Si l'on considère les conditions de la formation de l'eau, il semble impossible qu'elle ait existé dans le globe primitivement en fusion excepté les géologues de la vieille école attachés à la protection de toutes les roches volcaniques. Néanmoins on verra apparemment la manière de voir de Scarpas, en montrant que la présence de quelques centimes d'eau, sous une forte pression et à une température voisine de celle de l'ignition, suffirait probablement pour déterminer une presque solution ou une fusion ignée aqueuse de la plupart des roches cristallines; les observations subaquatiques de Serby ont démontré que le ramollement et la cristallisation de granits et de trachytes nombreux ont été effectués en présence de l'eau et à des températures peu inférieures au rouge sombre. En tenant compte de ces faits, nous comprenons facilement comment la croûte de terre imprégnée d'eau qui a dû, comme nous avons essayé de le montrer, former l'écorce du noyau solide, comme cet écorce, dit-on, s'est développée à moitié fluide à sa partie inférieure, et a constitué le lit plastique sur lequel reposent les sédiments élastiques. Ces derniers, qui sont en partie des écorces molles de la couche primitive élastique, et en partie de nouvelles combinaisons chimiques, ou se répartissent irrégulièrement en différents points de la terre, débarrassés au bout d'un certain temps, dans les régions où ils se sont accumulés en plus grande abondance, des phénomènes volcaniques et platoniques.

Il nous reste maintenant à montrer les relations qui ont été observées dans les temps anciens ou modernes, entre ces phénomènes et les grandes accumulations de sédiments.

Si nous considérons la partie septentrionale du continent américain, nous trouvons dans tout le nord-est les indices d'un soulèvement considérable, et une accumulation d'environ 50 000 pieds de sédiments sur la ligne des monts Alleghany, en allant du golfe Saint-Laurent vers le sud, pendant la période primitive, et, selon toute apparence, surtout au commencement et à la fin de cette période. Cette région a précisément été caractérisée par des éruptions considérables de roches platoniques pendant cette période, et quelques temps avant après sa fin. A l'ouest des Alleghany, les dépôts de sédiments primitifs ont été bien moindres, et dans le val de Mississippi leur épaisseur n'était probablement pas 5000 pieds. Ainsi on trouve-t-on pas de traces d'éruptions volcaniques ou platoniques depuis la région du nord-est que nous avons signalée plus haut, sur toute l'étendue de ce vaste bassin primitif; l'exception cependant de la région du lac Supérieur, où le commencement de l'âge primitif est marqué par une grande accumulation de sédiments, tout à fait comparable à celle qui s'est produite à la même époque dans la région de la Nouvelle-Angleterre, et suivie ou accompagnée de phénomènes platoniques considérables. Dans les plaines de la Russie septentrionale et de la Scandinavie, comme dans le val de l'Estivassil, la période primitive n'a pas été représentée par plus de 2000 pieds de sédiments, qui n'ont subi aucun changement, tandis que, dans les îles Britanniques, 5000 pieds de dépôts primitifs, bouleversés et accompagnés de roches ignées, attestent le rapport qui existe entre les grandes accumulations sédimentaires et les phénomènes platoniques.

Si nous passons maintenant aux roches modernes, nous les trouvons surtout en activité dans les régions orientales où

les dépôts et les affaissements continuent encore. Les deux régions continentales que nous avons déjà examinées, celle qui longe le bassin de la Méditerranée et celle qui se prolonge au nord-est de l'Amérique, sont marquées par une accumulation de sédiments de transition et tertiaires, qui a 20 000 pieds d'épaisseur ou même davantage. Il est évident que la grande zone montagneuse qui comprend les Pyrénées, les Alpes, le Caucase et l'Himalaya, a été, pendant la période secondaire et la période tertiaire, un bassin dans lequel se sont faits de vastes dépôts sédimentaires, tout comme cela s'était passé pendant l'époque primitive pour la zone des Alleghany. En nous tournant ensuite vers l'autre région continentale, la région américaine, nous trouvons sur toute sa étendue les mêmes preuves de grandes accumulations à la même époque, ce qui indique que la grande chaîne de montagnes qui traverse l'Amérique, du nord au sud, le long de l'océan Pacifique, et les volcans qu'elle contient, ne sont, après tout, que l'équivalent géologique ou la contre-partie de la grande chaîne qui coupe l'Amérique orientale de l'est à l'ouest.

Il faut remarquer que les éruptions volcaniques se trouvent rarement sur la ligne même des plus grandes accumulations; elles se trouvent plutôt dans les crevasses et à une certaine distance. La question de la durée de l'activité volcanique dans une région donnée présente un grand intérêt; mais le temps nous manque pour l'étudier ici, il semble probable que les grandes manifestations d'activité volcanique appartenant à la période de déposition de la corbeille ont dépassé le dépôt, et nous en jugeons par l'énergie et l'abondance des éruptions des volcans insulaires, lorsque leur activité persiste encore après la période d'érosion.

Au point de vue géologique, l'importance des volcans et des tremblements de terre est purement locale et accidentelle. Les volcans et les tremblements de terre sont, et ont toujours été, limités à des portions limitées de la surface terrestre, et les produits volcaniques ne courent qu'une petite partie de la croûte solide de globe. Les grandes montagnes et les chaînes de montagnes n'ont ni une nature ni une origine volcanique, quoiqu'elles aient souvent succombées à éruptions volcaniques; les tremblements de terre et les volcans ne constituent considérablement que comme des accidents parmi les grandes forces qui agissent d'une manière lente, mais non interrompue, pour soulever et abaisser les continents.

C'est Kalmakoff qui, le premier, en 1834, a indiqué en partie la théorie des phénomènes volcaniques telle que je viens de l'exposer; plus tard, en 1837 et sans, je crois, avoir connaissance de ses travaux, sir John Herschel émit des idées semblables. Cependant, ce n'est qu'en 1858 et 59 qu'elle a été énoncée définitivement par moi, lorsque je les rappelle, on m'objectera de vouloir l'accord qui existe entre elles et les faits constatés par la physique, la chimie et la géologie. Dans l'ouvrage rapide que je viens de faire, le chimiste, le géologue et le géographe découvriront sans doute des points d'accord ou contradictions; mais l'ensemble considéré, je l'espère, l'exposé intelligible d'une théorie des tremblements de terre et des volcans, qui me semble être en accord avec les faits établis par la science qu'excepté de celles qui l'ont précédée (1).

T. SWANER, New.

Traduction de l'anglais par M. G. B. et M. H. B.

— Traduction française par M. G. B. —

(1) De nos jours il est commun de déduire qu'il n'y a pas de fait certain, mais je ne connais pas l'auteur d'une telle assertion.

INSTITUTION ROYALE DE LA GRANDE-BRETAGNE SECOND COURSE

M. MICHAEL POTER

Mouvements involontaires chez les animaux (2)

II

LES BATTREMENTS DU COEUR ET LEURS CAUSES. — LES DEUX CIRCULATIONS DE LA CROISSANCE. — LES CENTRES TONIQUES.

Dans notre dernière conférence, nous nous sommes occupés de discuter certains mouvements involontaires des animaux, produits par l'action d'appareils dont la structure n'était pas tout à fait semblable à celle des muscles. Aujourd'hui, je dois appeler votre attention sur un mouvement involontaire dont le caractère est absolument musculaire.

Tous m'objecterez, je le pense, sans hésitation, que le battement du cœur est un mouvement involontaire. Nous sommes parfaitement que notre cœur bat sans le moindre effort de notre part; non-seulement le fait des pulsations, mais leur rythme et leur caractère sont indépendants de nous; notre cœur bat vite ou lentement sans que nous soyons prêt pour rien. Et ce n'est pas seulement de la vitesse, mais aussi de la cause du système nerveux que les pulsations régulières de cet organe important sont indépendantes, de même pour ce qui se regarde simplement l'existence et la continuation (3).

Quand je pense de ce que j'avance, je pourrais vous rappeler qu'un vaisseau dans le cœur d'un poulet dès le second ou le troisième jour de l'incubation, tandis que tout le système nerveux est encore à l'état de rudiment informe, et ne présente aucun des traits de ce qu'il doit être.

Mais ici même, sans nos yeux, nous avons des preuves d'une nature plus palpable. Cette partie peut être regardée comme parfaitement morte au point de vue du système nerveux. Vous voyez qu'elle est absolument insensible de l'air poêle ou même sur cette table, et elle n'a pas fait aucun mouvement depuis; et, si je fais agir sur son appareil nerveux le plus tendre fil qui se présente cette insensibilité, je ne pourrais déterminer chez elle une seule contraction musculaire. Cependant, le cœur est encore plein de vie; la longue palette dispose comme un levier, et que vous voyez ici un commencement avec cet organe, vous voyez par ses oscillations insensibles, que le cœur bat avec presque autant de force et de régularité que si le système nerveux tout entier précédait encore à ses fonctions.

Cet autre levier de palette accuse de même les battements d'un cœur de tortue entièrement séparé du corps de l'animal.

Il y a de la terre que le professeur D. D. Whitney a publié dans le volume d'avril de la North American Review. La relation qui existe entre les phénomènes volcaniques modernes et les grandes accumulations de roches secondaires et tertiaires, le rapport entre les tégils, les débris marins des couches sédimentaires et les grandes éruptions de ces couches, ont été exposés par moi dans divers articles, dans les premières pages de l'ouvrage dans la Canadian Journal, mai 1858; le Geological Journal, novembre 1858; et le American Journal of Science, juillet 1858 (vol. 22, p. 121), et août mai 1859 (vol. 22, p. 248-250), et je cite tout ce long les sources importantes de profane dans cet ouvrage.

(1) Voyez le numéro précédent, page 258.

(2) Voyez nos conférences de M. Charles Bernard sur le cœur et son rapport avec le système nerveux, dans notre tome II, page 241, et nos 1858.

et boid dans cette petite cavité, et ses battements, sous le voyer, ont à l'instar, plein et continu. Ces deux cœurs vont battre pendant toute cette leçon; abandonnés à eux-mêmes. Il est probable qu'ils battaient encore quelques instants.

Or voilà la question que je veux vous soulever: pourquoi le cœur bat-il ainsi? Quelle cause produit et entretient ces battements?

Il est à peine nécessaire de vous avertir qu'il serait impossible d'étudier ainsi le cœur d'un animal ou d'un mammifère pour en étudier les battements. Mais ce sera bêtise pas d'en conclure que, pour les animaux, la cause des mouvements du cœur n'est pas la même que pour le têtard et la grenouille. Ce n'est en fait qu'une question de degré de force. Chez les animaux à sang chaud, le vie du cœur, comme celle du reste du corps, est réglé et énergique. Le cœur, comme toutes les parties du corps, vit des aliments que lui apporte le sang qui afflue sans cesse dans ses veines; et, le cœur d'un animal à sang chaud consomme en quelques minutes la nourriture que lui apporte le sang à un moment donné. Le cœur dépense tout ce qu'il reçoit, et, par conséquent, dès que le sang s'arrête plus longtemps lui, les forces lui manquent et il cesse de battre. Au contraire, la têtard, animal à sang froid, est bon de dépenser tout ce qu'elle reçoit; elle tient ce surplus part en réserve dans ses fibres, les aliments que le sang lui a fournis au cours. Le corps entier de l'animal n'agit qu'apparait en un instant, tandis que tout le reste du capital accumulé dans ses veines, et décomposé sur la nourriture de fibres, une quantité de ce capital se trouvent placée dans les fibres du cœur; c'est ce placement qui le rend tout naturellement, et c'est pour cela que sous le voyer battre encore.

Prenez le cœur d'un animal à sang chaud, faites-y arriver par les petites veines sanguines un courant de sang oxygéné qui en baigne toutes les fibres de son sac récepteur, et il continuera de battre aussi. Si je n'étais arrivé par des difficultés d'observation pourrais m'arrêter, je pourrais, à l'aide d'une paille, de quelques tubes et d'une provision de sang, faire battre devant vous le cœur d'un mouton au lieu de celui d'une têtard.

Nous pourrions en dire certaines, chez tous les animaux le mécanisme des battements du cœur est le même; tous battent pour les mêmes raisons essentielles, et si nous prenons pour exemple le cœur d'un animal à sang froid, c'est parce que, dans ce cas, les expressions de la vie se voient plus facilement, et nous pouvons par conséquent l'expérience d'introduire les messages plus faciles qui nous servent comprendre leur mécanisme.

Revenons donc à la question: comment se fait-il que ce cœur de têtard battit continuellement?

Le cœur, sous le voyer, est un muscle, son battement est une contraction. Ici, il est bon de nous rappeler ce qui a été dit au commencement de la dernière leçon, au sujet des contractions et des stimulations: car j'en ai pu conclure que un têtard le peut mouvoir de grammaire que je vous ai montré, et, à l'aide d'une stimulation intermittente, je l'en ai fait battre comme un cœur.

Demanda-t-on donc: où est la stimulation intermittente qui agit, puis s'arrête; dont l'action produit un battement, et dont le repos permet au cœur de s'arrêter un moment.

Pour l'observation qui double les battements du cœur chez un têtard vivant, et qui voit l'effet de son sang dans chaque cavité, une série répétitive d'une contraction qui vide cette

cavité et précède un moment de repos, il est naturel de supposer que le sang est l'agent de stimulation cherché. En effet, quelques instants après, quand le sang touche la surface intérieure extrêmement délicate et sensible de l'oreillette ou du ventricule, la cavité est immédiatement contractée, et une palpitation à lieu. À chaque battement le sang est expulsé, la stimulation disparaît, et les parties de l'organe rentrent en repos; puis un nouvel afflux de sang détermine un nouveau battement, et ainsi de suite. Cependant nous pourrions objecter que tout le sang qui afflue dans chaque cavité pendant la période de repos, est bien en-dehors de ce qui est nécessaire pour une simple stimulation; un simple contact serait bien suffisant. Par exemple, les quelques gouttes de sang qui sont et viennent dans ce cœur de têtard et d'abouche, suffisent pour la fibre battre.

Mais qu'il nous plaise dans tout cela; mais pour faire cette explication, il me suffit d'un fait bien simple. Prenez qu'à l'aide le cœur de mouton qu'il n'y reste plus trace de sang, pas même un seul globule rouge, et si je le place dans un milieu renouvelable, il continuera encore à battre.

Mais, dit-on, ce n'est pas le sang en tant que sang qui produit la stimulation; tout autre fluide à mouvement intermittent, qui viendrait toucher le cœur, et causer de la tétard, produirait la même effet. Ici encore, l'expérience est en contradiction avec cette manière de voir. Faisons en effet une ligature aux gros vaisseaux du cœur, de manière que le liquide ne parvienne pas à chaque contraction, mais en contact avec la surface interne des cavités du cœur; ou bien encore, mettons un carotide avec le sang, de manière qu'il n'en se vide plus à chaque contraction; dans les deux cas, les battements persistent. Ce n'est donc pas dans l'entrée et la sortie du sang ou d'un liquide quelconque qu'il faut chercher le mot de l'énigme.

Je voudrais de la façon votre attention, si je voulais discuter en détail toutes les autres hypothèses de même nature que l'on a mises en avant. Néanmoins tout de suite maintenant, ce n'est pas dans les circonstances ordinaires de la vie de mouton qu'il faut chercher cet agent de stimulation qui persiste et disparaît, qui agit et cesse d'agir, et qui peut par conséquent nous faire comprendre les mouvements intermittents du cœur. C'est quelque part dans la substance même du cœur qu'il faut chercher la cause de son battement.

Tout cela dit, voici la question qui se présente à nous: la cause du battement, la source de l'action continue répétitive dans le cœur tout entier, ou dans deux ou en plusieurs autres endroits.

Pour répondre à cette question, prenons le cœur de la grenouille, qui se compose de deux oreillettes à la partie supérieure, et d'un seul ventricule en-dessous. Si j'injette les deux oreillettes et le ventricule unique, continuez tout de suite à battre, ce fait-il que le cœur est entier et intact; une petite partie détachée de ce cœur peut-elle continuer pendant quelques instants ou plusieurs? Des expériences faites avec soin et répétées à plusieurs reprises ont donné les résultats suivants:

Si l'on partage le cœur transversalement de manière à séparer les oreillettes du ventricule, les oreillettes continuent à battre, et le ventricule non. Sans doute, la force et la fréquence des battements en sont un peu modifiées, et aussi quelquefois qu'apparaissent. Mais chaque moitié bat distincte-

se produit en temps toujours considérable, et quelquefois très-long.

Si le cœur entier est partagé longitudinalement en moitié droite et moitié gauche, chaque moitié continue à battre.

Si les oreillettes, séparées du ventricule, sont encore séparées l'une de l'autre, chaque partie continue ses battements. Coupe-les en quatre, et les quartiers battent encore; bien plus, partagez-les en petits morceaux, en morceaux qu'on coupe encore, jusqu'à un certain point, la fermeté de leurs répléments.

Si l'on coupe le ventricule dans le sens de sa longueur, après l'avoir séparé des oreillettes, chaque moitié latérale continue à battre.

Si au contraire on partage le ventricule transversalement, la moitié supérieure pourra battre avec force et d'une manière régulière, tandis que la partie inférieure ne battra pas du tout. Bref, si vous tracez une ligne transversale très-peu au-dessous du sommet du ventricule, presque toutes les parties situées au-dessus de cette ligne battent, tandis qu'en-dessous il n'y a pas eu de battement spontané, même lors qu'on.

Ce sont là des faits. Pourquoi nous les expliquer d'une façon quelconque? Y a-t-il dans la structure du cœur de la grosseille quelque chose qui explique pourquoi la partie inférieure du ventricule ne bat pas d'elle-même, tandis que toutes les autres parties le font?

Permettez-moi d'appeler votre attention sur deux nerfs qui viennent aboutir au cœur un peu en arrière, tout près du point où les grosses veines débouchent dans les oreillettes. Ce sont les seuls nerfs en communication avec le cœur de la grosseille. Nous pouvons les suivre le long de la chaîne qui sépare les deux oreillettes; ils se terminent en deux points situés à peine près des valvules placées entre la cavité du ventricule et celles des oreillettes. Rien de bien particulier, jusque là. Tout monde, nous le savons, a son nerf correspondant, et le cœur n'est qu'un muscle complexe. Cependant ces nerfs ont quelque chose de particulier, et le voici. Si nous faisons passer un courant intermittent par le nerf d'un muscle ordinaire, nous déterminons dans ce muscle des contractions plus ou moins violentes. Mais si nous appliquons à ces nerfs du cœur le même courant intermittent, nous ne faisons pas contracter le cœur, nous ne le faisons pas battre; au contraire, nous en arrêtons les battements.

Cette différence de fonction est accompagnée d'une différence de structure fort remarquable. Les nerfs qui correspondent aux muscles ordinaires sont entièrement composés de fibres nerveuses. Il est facile de suivre au de au nerf jusqu'à sa jonction avec les fibres musculaires; vous pouvez voir des fibres nerveuses séparées les unes des autres, mais vous n'y trouvez que des fibres. Si, au contraire, vous essayez de suivre ces nerfs du cœur, vous traversez, au milieu des fibres nerveuses et en contact avec elles, certains petits organes que nous appelons cellules nerveuses. Ce sont de petits sacs de protoplasme, arrondis souvent en forme de poire ou de balles, dont la queue s'est généralement que la continuation d'une ou de deux fibres nerveuses, généralement de deux.

Or, tout ce que nous savons jusqu'ici sur la physiologie du système nerveux tend à prouver que, tandis que les fibres nerveuses ne font que conduire, transmettre ou propager les impulsions nerveuses, sans avoir en aucune façon le pouvoir de les produire, les cellules nerveuses, outre leur capacité

conductrice, peuvent, par elles-mêmes et grâce à leur action moléculaire interne, en donner naissance à des impulsions véritablement nouvelles, ou transformer celles qu'elles reçoivent de manière à les faire partir de la cellule avec un caractère tout à fait différent de celui qu'elles possèdent au y arrivent. Les nerfs composés de fibres nerveuses seulement ne peuvent jamais déterminer le mouvement d'un muscle, si ce n'est, comme nous l'avons dit au commencement de notre première lecture, lorsque ces nerfs sont eux-mêmes soumis à quelque stimulation. Les cellules nerveuses, au contraire, peuvent produire et produire en effet la stimulation, même lorsque tout ce qui les entoure se trouve dans l'état d'équilibre le plus complet. Je me servirais ici de la comparaison que l'on a souvent répétée, en disant que le fil conducteur d'un télégraphe représente les fibres nerveuses, tandis que le pile placée à une extrémité représente les cellules nerveuses, et je ne suis pas à craindre de donner un appel même involontaire à cette idée trop souvent admise, que le passage d'une impulsion nerveuse et celui d'un courant électrique sont des phénomènes essentiellement identiques.

Considérons dans les fibres nerveuses comme des instruments pour et dans les parties passifs, et les cellules nerveuses comme des centres actifs; dès lors l'importance des cellules nerveuses dépendra dans les nerfs du cœur de la grosseille de la part qu'elles ont dans les nerfs. Nous pouvons nous apprendre quelque chose au sujet de la position de ces cellules nerveuses du cœur. Elles se trouvent groupées autour des deux nerfs, et la portion de ce nerf avec le cœur. Elles accompagnent aussi les nerfs tout le long de la chaîne qui sépare les oreillettes, et tantôt isolées et tantôt réunies en petits groupes que l'on appelle ganglions. Les deux points suivants sont caractéristiques du nerf, dont je vous indiquai tout à l'heure la place à la partie supérieure du ventricule, sont placés de ces cellules nerveuses. De ces points partent un grand nombre de fibres nerveuses très-fines, qui se rejoignent dans tout le lieu du ventricule, mais sans être accompagnées de cellules. Au-dessous de la ligne du ventricule, on ne trouve ni cellules nerveuses, ni ganglions; au-dessus de cette ligne, dans les parties de l'oreillettes, dans la chaîne médiane, à la jonction des grosses veines avec l'oreillettes, les cellules sont abondantes et faciles à distinguer.

Vous voyez sans doute être frappé de l'accord remarquable qui existe entre cette structure particulière du cœur de la grosseille, et les résultats auxquels nous sommes déjà arrivés en cherchant à expliquer la fermeté de battements spontané. Partout où se rencontrent des cellules nerveuses ou des ganglions, dans les oreillettes, dans une partie quelconque des oreillettes, dans le ventricule entier ou dans sa partie supérieure, le battement spontané se manifeste. Partout où manquent les ganglions, dans la partie inférieure du ventricule, et en un mot dans tout le ventricule excepté la somme, le mouvement spontané manque aussi. Néanmoins du ventricule les cellules nerveuses situées près des valvules, et tout lui entourent le pouvoir de l'entretenir par lui-même un battement régulier.

Il faut donc conclure que ces ganglions sont, de façon ou d'autre, liés avec le battement spontané.

Or, dès qu'un physiologiste à la recherche de la cause active de quelques mouvements innés, trouve un ganglion, il crée aussitôt, et se croit généralement les yeux fermés, il avait atteint son objectif. Dans cette étude du cœur, sepa-

tant, nous pouvons nous aventurer un peu plus loin et poser cette question : de quelle manière, par quel moyen ou pourquoi précisément le battement spontané du cœur ? Serait-ce qu'une stimulation, ou mouvement se produit périodiquement dans la substance active des cellules nerveuses pour s'étendre jusqu'à la fibre musculaire comme excitation nerveuse et y déterminer des contractions ? Ou bien serait-ce que la stimulation se produit dans la substance de la fibre musculaire ; ou, si vous le voulez, comme nous l'avons vu pour les cils, les fibres du cœur se trouvent-elles stimulées périodiquement d'une façon scrupuleuse, et contractent-elles en raison de leur propre mouvement et à certains intervalles réguliers, avec cette restriction toutefois qu'un certain support avec les cellules nerveuses est, de façon ou d'autre, nécessaire au lieu-être et à l'action parfaite du muscle, pour y assurer le développement périodique d'une stimulation ou d'une surabondance d'énergie.

C'est la première hypothèse qui est la plus généralement admise par les physiologistes ; c'est celle qui semble la mieux d'accord avec nos conceptions ordinaires. Néanmoins, certains faits ont permis à quelques-uns de préférer à la seconde. Les deux fibres latérales du ventricule ne possèdent pas, je l'ai déjà dit, la faculté de battement spontané. En cela cette partie ressemble aux muscles ordinaires. Et cependant ce morceau du cœur est quelque chose de plus qu'un muscle ordinaire. En effet, si vous le soumettez au courant intermittent de la pile, il se va pas, comme un muscle ordinaire, manifester une contraction tétaïque d'une durée égale à celle de l'action du courant ; mais sous y entrevoit commencent un battement intermittent, d'abord un peu irrégulier peut-être, puis se régularisant, et présentant un mouvement et un arrêt alternés tant que dure le passage du courant. Il semble donc qu'il y ait dans ce fragment du ventricule ce qu'il n'y a pas dans un muscle ordinaire, un certain mécanisme, un appareil de battement intermittent, mécanisme qui agit comme tel que le courant électrique vient à produire et entretenir l'action. Dans le ventricule tout entier, ou dans le cœur entier, nous pouvons admettre que le mouvement est déterminé et entretenu par les cellules nerveuses.

Quelle que soit d'ailleurs celle des deux hypothèses à laquelle nous nous arrêtons, en plaçant le siège des battements soit complètement dans les ganglions, soit en partie dans le muscle, il est évident que le cause immédiate de ce mouvement ne vient pas de dehors, mais qu'elle se trouve dans les fibres elles-mêmes, quelle qu'elle soit ainsi dite avec leur vie. La stimulation, si nous voulons nous en servir de ce terme, provient de ce travail musculaire du cœur qui nous appelle et entretient. Il serait sans intérêt de penser que ces quelques éléments particuliers de la matière, certains changements physiques ou chimiques tout spéciaux possèdent des droits de cette propriété. On a dit, par exemple, que la stimulation due à l'accumulation de composés cristallins, ou d'oxygène, ou tout autre à leur décomposition, oxygène, ou oxygène de quelque autre manière par suite de la contraction. Mais toutes les explications secondaires de ce genre se sont toujours trouvées en défaut devant des expériences conduites avec soin. Tout ce que nous pouvons dire, du moins pour le moment, c'est que le cœur s'arrête, qu'il se réveille de façon que les mouvements des molécules qui maintiennent et déclenchent l'échelle de la vie, y déterminent à certains intervalles une contraction, un battement.

Le fait sur lequel je désire appeler votre attention est donc la nature essentielle et complexe du battement du cœur. Le cœur bat de lui-même ; c'est en lui-même que se trouve le principe de son action. Nous avons pu pour exemple le cœur de la grenouille, mais la même conclusion s'appliquerait au cœur de tout autre animal.

Un autre fait non moins important, c'est que, malgré cela, ce peut-être dire sans avoir dit le cœur de cela même, le battement du cœur subit l'influence des agents extérieurs pour son caractère, sa forme, sa vitesse, sa force, de mille manières et à tous les degrés possibles.

Considérez ce cœur de tortue, séparé de l'animal auquel il appartient ; il a battu et il bat encore régulièrement, quoique peu à peu la force, l'amplitude et la vitesse de ses battements diminuent, à mesure que s'épuisent les réserves de nutrition qu'il avait accumulées.

Cependant, même ainsi isolé, il peut subir différentes influences. Si la machine dont il bat au ce moment, quelle que soit la régularité de ses vibrations, je puis occasionner qu'il soit et l'élévation de la température de cette salle, et l'impuissance croissante de l'air. Vous voyez ici qu'un chauffage légèrement le petit bassin où il se trouve glacé, je puis sur-le-champ modifier d'une manière notable le caractère et le rythme du battement ; ce cœur ne bat plus, il palpite. Si je l'aide refroidi au lieu d'un éther la température, j'aurai obtenu d'autres changements tout différents. Avec un courant électrique, suivant la position des électrodes, et aussi suivant la force du courant, je rendrais les battements plus forts, plus ou plus ; je pourrais même les arrêter complètement.

Ainsi, pris hors du corps, le cœur peut subir bien des influences diverses. Au dehors du corps, il est tellement sensible aux moindres changements, qu'il indique l'état de l'atmosphère tout entier. C'est le point que le médecin interroge pour savoir comment va un malade. Le ce point est qu'indiquer rapidement quelques-uns des manières dont le cœur peut être affecté.

Il peut être par les nerfs. J'ai dit que, chez la grenouille, une paire de nerfs aboutit au cœur. Le cœur de l'homme en a au moins deux paires. Les excitations qui arrivent au cœur par l'une d'elles, les nerfs sympathiques, se réfléchissent les battements, ou les arrêtent tout à fait. C'est ainsi, par exemple, que se produit le phénomène de l'évrouement. Les excitations venant par l'autre paire, les nerfs sympathiques, de quelque façon qu'elles se produisent d'ailleurs, ont pour résultat d'accroître les battements. Elles font palpiter le cœur (1).

Les changements physiques agissent aussi sur le cœur l'extension de ses parois, la direction de ses cavités suffisent pour modifier le mouvement intérieur des molécules musculaires, et accélérer ou ralentir ce qui, sans cela, aurait été plus de temps à se produire. Cet effet de l'extension se voit de la manière la plus claire sur le cœur dilaté d'un cœur de mouton, comme, par exemple, celui du fœtus ordinaire. Le cœur d'une grenouille ou celui d'un mammifère se trouble et meurt bientôt par simple dilatation sans les causes mentionnées ; il n'en est pas de même de celui d'un fœtus. Chez ce dernier, et chez

(1) Voyez un article de M. Claude Bernard relatif aux relations du cœur, dans ses leçons IV, page 426, 10 mai 1858.

les fibres, nous ne laïtes que tendre les parois du cœur, et il en résulte un accroissement marqué dans la force et la vitesse des battements. Quelque le sang qui remplit les cavités du cœur ne doive pas, nous l'avons vu, être regardé comme la cause essentielle des battements, il ne faut pas oublier que l'action de ce fluide peut bien être une cause supplémentaire; il peut surtout contribuer à déterminer la contraction du ventricule au de l'ovulation: au moment précis où elle est nécessaire, c'est-à-dire quand cette cavité est pleine.

Les agents chimiques agissent sur les battements du cœur. Ce que nous appelons sa nutrition comprend une multitude de réactions chimiques, et tout réactif étranger introduit dans le laboratoire y produit nécessairement les effets qui lui sont propres. Pendant le passage de sang à travers les vaisseaux capillaires dans le tissu du cœur est diluée, la substance de ses fibres cesse immédiatement la présence dans le sang de tout corps étranger, tel que l'alcool, en poison quelconque ou un milieu acide, tout comme elle ressent la dilution ou la pauvreté de sang en éléments nutritifs, et les battements se modifient en conséquence.

Tous ces agents, en somme, ont changements ont sur le cœur une action non pas directe, comme l'est celle d'une stimulation transmise à un muscle ordinaire, mais indirecte, en modifiant, d'une façon qui varie encore avec obscur pour nous, l'état naturel de ses changements moléculaires.

Si n'était possible d'emprunter une comparaison aux sciences mathématiques, je dirais peut-être que le battement du cœur est une puissance, la puissance de la contraction musculaire ordinaire, la valeur de ce étant déterminé par l'énergie particulière avec laquelle s'accomplit la nutrition du cœur. L'effet de tout ce qui touche le cœur se trouve multiplié par l'intensité des changements du cœur lui-même.

De là vient que cet organe est un indicateur si sensible, et fidèle et si prompt de l'état du corps; de là vient aussi que jamais il ne se fatigue. Permettez-moi de vous rappeler le travail que le cœur accompli chaque jour. La somme de travail qu'un homme accompli en vingt-quatre heures, soit en action sur le monde extérieur peut être représentée par la force nécessaire pour soulever une tonne (2240 kilogrammes) à la hauteur de 300 pieds (91 mètres). C'est là, en soi, une bonne journée de travail. Dans le même espace de temps, le travail du cœur pourrait soulever ce même poids d'une tonne à une hauteur de 216 pieds (66 mètres); tel est l'effet que j'en obtiendrais si toutes les pulsations d'un jour et d'une nuit pourraient être réunies et concentrées en une grande pulsation. Et cependant le cœur n'est jamais fatigué. Plus d'un parent nous le servait après un travail bien fatigué; bien peu peuvent tenir un décaquer quelques minutes à bras tendus sans le laisser retomber. Mais un cœur sain, et même plus d'un cœur malade, quelque quelquefois le soir ses battements indiquent qu'il a souffert pendant la journée, et que les accidents et les secoues de la vie ont troublé l'équilibre de ses fonctions, ce cœur, dit-on, continue à battre toute la nuit pendant notre sommeil, et le matin, au réveil, nous le trouvons encore à l'œuvre, aussi frais que s'il ne faisait que de commencer à battre. Si le point, c'est qu'il chaque coup qu'il donne excède une période de repos, repos court, il est vrai, mais réel; c'est que le coup qui vient ensuite n'est que la suite naturelle de ce repos, et y correspond exactement; c'est

qu'au lieu de force, l'ampitude, tous les caractères, en un mot, de chaque battement, se sont que l'expression pure et simple de l'énergie propre et de l'état du cœur.

Ainsi, nous retrouvons dans le cœur ce que nous avons déjà trouvé dans le cellule effilé et dans le compounde de protoplasme, un organe doué de mouvement spontané, possédant en lui-même la source de son action, laquelle résulte de ses propres changements moléculaires intérieurs.

De même que les mouvements des cils, ceux du cœur ont un but spécial, qui est, pour se servir, la transmission de sang dans tout le corps. Mais, à la différence de celui des cils, ce but du cœur est singulièrement complexe. Le cœur doit s'adapter à toutes les différentes manières d'être de toutes les parties du corps auquel il appartient, et, par suite, il est, bien plus que les cils, soumis à des influences sans nombre de dehors et de dedans.

Et cependant le cœur est un muscle; il a, comme tout autre muscle, une structure musculaire bien définie. Son action lui assigne ses places intermédiaires entre celle de protoplasme et celle des autres muscles. Les cils de ses contractions paraissent ses fibres dans un sens seulement. Il a perdu les mouvements en tous sens qui appartiennent au protoplasme. Mais, à la différence des muscles ordinaires, il conserve l'action spontanée de protoplasme. Certaines particularités de structure que nous pouvons remarquer s'accroissent parfaitement avec ce mode d'action. Quelqu'il soit formé de fibres striées, ces fibres sont plus celluleuses que celles des muscles ordinaires; les stries y sont moins bien marquées, et même souvent très-peu distinctes; l'arrangement fibrillaire et élastique des fibres que l'on appelle sarcomères, manque complètement; la substance de la fibre est souvent granuleuse. En réalité, à bien des égards, le tissu musculaire du cœur compare ses fibres musculaires ordinaires, conserve encore un grand nombre de ses traits protoplasmiques primitifs.

L'unité essentielle du battement régulier du cœur et des mouvements accidentels du protoplasme est pleinement démontrée par l'histoire du cœur au moment de la naissance. Dans le cas de poulet encore contenu dans l'œuf, le cœur commence à battre de très-bonne heure, quand il n'est encore formé que de cellules protoplasmiques. Plusieurs auteurs, très jaloux, à mon avis, des prérogatives des cellules nerveuses, se sont plu à affirmer que les cellules dont se compose un cœur naissant, quelque de même structure en apparence, différaient en réalité, et sont véritablement les uns des cellules nerveuses et les autres des cellules musculaires. A son jeune, chacune de ces cellules est, véritablement et en réalité, à la fois nerveuse et musculaire. Tant qu'elle est à l'état de cellule, c'est-à-dire de petite masse de protoplasme qui n'a pas encore subi de transformation, chacune d'elles possède toutes les propriétés vitales. Ce qu'elle subit ensuite n'est pas un gain, mais une limitation et une perte. Certaines cellules perdant la faculté de se mouvoir, et devenant ainsi des cellules nerveuses; d'autres perdant, en grande partie du moins, la faculté d'inspirer le mouvement, et devenant ainsi musculaires.

C'est une étude pleine d'intérêt que de suivre les mouvements limités, irréguliers et battements du protoplasme primitif, pour les voir se transformer peu à peu et se condenser pour devenir les battements et le bruit du cœur. Nous devons, pour nous servir de langage ordinaire, que le cœur de poulet commence à battre le second ou le troisième jour de l'incuba-

tion ; c'est un effet alors que son mouvement est pour son axe un battement bien perceptible. Mais, en réalité, il ne remonte pas à l'arrière, il s'étend pas de la ligne de démarcation bien définie entre le mouvement latéral du protoplasme et le véritable contraction régulière; l'un se transforme peu à peu en l'autre. En empruntant une comparaison à la musique, voici comment on pourrait voir naturellement s'expliquer que les choses se passent. On pourrait supposer les petites cellules disposées et placées autour de la cavité du cœur, comme les musiciens le sont dans un orchestre, toutes au-dessus de la faculté du battement régulier, mais encore immobiles et sans action ; soudain, au coup de baguette du grand chef, chaque cellule s'émulsière s'élèver, et toutes vibrent à l'unisson produisant le premier battement du cœur. Voilà, dit-on, comment on pourrait s'expliquer que se produit le premier battement ; mais il n'en est pas ainsi. Si nous voyons une image plus fidèle de ce qui se passe, imaginons que nous sommes étroitement et de très-bonne une multitude d'individus qui se réunissent ; tous jouent du même instrument, mais d'une manière différente, quelque peu s'éloignant d'apprendre la même air ; au même temps ils s'avancent tous peu à peu vers nous. Tandis que, l'un après l'autre, nous faisons ces musiciens qui s'approchent, et qui chaque instant augmente le nombre de ceux qui ont senti l'air qu'il régit de jouer, le son, descendant d'abord, gagne peu à peu sa intensité et sa harmonie aisé, de sorte qu'arrive enfin un moment où nous nous levons : « Maintenant je les entends à la fois tout l'air ! » Il en est de même du cœur naissant. En l'examinant attentivement au microscope, nous pouvons nous imaginer que nous voyons les cellules, à mesure qu'elles se rapprochent, pour finalement des pulsations en tous sens du protoplasme un mouvement diffus d'une contraction musculaire, gagnant ainsi au fil de sa s'élèvent pendant sous le rapport de la forme. Et alors viendra un moment où nous dirons : « A présent je le vois battre ; » quelque en réalité il bats déjà depuis longtemps.

Et maintenant, permettez-moi de vous faire faire un pas en avant. Tout l'appareil du battement spontané du cœur se trouve contenu dans le cœur lui-même. Mais ceci n'est vrai que du cœur sanguin. La grenouille n'a pas qu'un seul cœur ; outre le cœur sanguin, qui est unique, elle a deux couples de cœurs que l'on appelle cœurs lymphatiques ; l'un de ces couples se trouve placé à la jonction des membres supérieurs avec le tronc, et l'autre à celle des membres inférieurs. Chaque cœur lymphatique est un petit sac membraneux délicat et transparent, à peu près de la grosseur d'un grain de maïs ; il a un battement régulier, qui sert à faire circuler le lympho de l'intérieur.

Sans le rapport de cette faculté de battre régulièrement, les cœurs lymphatiques ressembleraient au cœur sanguin ; mais ils en diffèrent à beaucoup d'autres égards.

Par exemple, si nous séparons le cœur de ce que nous voyons, il ne continue pas à battre comme le cœur sanguin ; il perd pour toujours cette faculté. Ainsi que nous pouvons en juger, son flux ne consiste ni en grandes ni en petites cellules nerveuses ; il n'a donc en lui-même aucune puissance active et capable de déterminer son propre mouvement. C'est donc de dehors qu'il doit recevoir l'impulsion.

En regardant bien, nous trouverons un petit canal qui aboutit à chaque cœur lymphatique ; l'autre extrémité de ces canaux va jusqu'à la moelle épinière. Ainsi, les cœurs lymphatiques des

membres postérieurs se rattachent par deux de ces canaux à l'extrémité de la moelle épinière.

L'expérience nous apprend qu'en comparant l'un ou l'autre de ces canaux nous arrivons à deux lymphatiques situés de même côté, et que, si nous détachons ce que nous situons l'extrémité de la moelle épinière, nous arrivons les deux canaux à la fois. Je dois compléter ici sur ce qui sera le sujet de ma prochaine conférence, et dire que dans la moelle épinière on ne trouve pas seulement des fibres nerveuses, mais aussi des cellules nerveuses, d'une forme un peu différente de celles des ganglions, mais d'une structure qui est en fond la même. Ce n'est pas un travail facile, mais le verrou, de se détacher la communication qui existe entre ces cellules nerveuses de la moelle épinière et les fibres nerveuses qui viennent aboutir à cette moelle. Néanmoins, nous pouvons tenir pour assuré que toutes ces cellules sont en rapport avec des fibres ; nous avons même de fortes raisons de penser que certaines cellules nerveuses de la partie inférieure de la moelle épinière de la grenouille, nous ne pouvons dire au juste combien, se rattachent spécialement aux petits canaux des cœurs lymphatiques, et sont peut-être observées pour leur usage.

En un mot, voici la grande différence qui existe entre le mécanisme des cœurs lymphatiques et celui du cœur sanguin ; c'est que, dans le cœur sanguin, la partie nerveuse de l'appareil, cellules et fibres nerveuses, se trouve subordonnée dans le tissu même du cœur, tandis que, dans les cœurs lymphatiques, les cellules nerveuses sont à une certaine distance de nos muscles, et se trouvent dans la moelle épinière, et qui exige une plus grande longueur de fibres nerveuses pour être communiqué par les cellules nerveuses qui commandent et les fibres musculaires qui obéissent. Pour tout le reste, l'action est inter-dépendamment à peu près la même. Il est permis de croire que l'action moléculaire de ces cellules nerveuses épinières dans le mécanisme à des impulsions régulières, qui, suivant les canaux des cœurs lymphatiques, se contractent les fibres musculaires du cœur lymphatique, et déterminent ainsi un battement régulier. Ici, permettez-moi d'appeler votre attention sur un fait remarquable dont nous verrons plus d'un exemple dans la prochaine conférence ; c'est que, quelque nombreuses que soient dans la moelle épinière les fibres et les cellules nerveuses, tout près l'un de l'autre, et même selon les apparences, en contact les uns avec les autres, ce n'est que dans les cellules nerveuses appartenant spécialement au cœur lymphatique que l'excitation immédiate prend naissance ; de plus, entre tous les chemins qui conduisent au cœur servant, l'excitation ne suit que ceux qui aboutissent aux cœurs lymphatiques, et, sans jamais dévier à gauche, elle arrive au but comme si elle avait choisi son chemin avec un tact et une délicatesse admirables.

En parlant de l'excitation transmise aux cœurs lymphatiques, j'ai dit qu'elle se produit spécialement dans les cellules nerveuses de la moelle épinière. Mais, de même qu'il y avait incertitude quand il s'agissait de distinguer pour le cœur sanguin la part exacte du travail total qui dévolait à la cellule nerveuse, et celle qui revient à la fibre musculaire ; de même aussi les faits se présentent pour les cœurs lymphatiques. Il est vrai qu'en détachant l'extrémité de la moelle épinière, on en coupant les canaux, on arrive sur-le-champ le battement des cœurs lymphatiques ; et l'on peut observer des lames entières sans le voir repartir. Cependant, on a affirmé que le battement se reproduit enfin, mais seulement

en fait de plusieurs jours, et cela, sans que les nerfs intermédiaires ou les cellules nerveuses isolées aient disparu. Et en ce cas, cela constituerait l'unique qu'il nous reste, comme nous avons dit que cela était possible pour le cœur simple, l'influence des cellules nerveuses en contact par deux les excitations intermittentes, mais dans une certaine action continue qui permet à la fibre musculaire de maintenir sa rigidité par des contractions intermittentes spontanées.

Les centres sanguins et les centres lymphatiques ne sont que des parties du système vasculaire général. Les artères sont, quoiqu'en général elles n'aient pas de battements actifs, mais que le pouls n'est que le battement du cœur qui se propage le long de leurs parois élastiques, les artères ont cependant par elles-mêmes la faculté de s'étendre et de se contracter. L'un ou l'autre d'une artère, et surtout celui d'une artériole, nous montre que ses parois sont formées d'un épais réseau de fibres musculaires disposées en anneaux sur toute leur longueur. En se contractant, ces anneaux dilataient nécessairement la section de tube artériel, ou se relâchant, elles s'affaiblissent.

Dans les circonstances ordinaires, dans un état de repos et en tout de complétement contractée et tout à fait lâche, il se agit dans un état de tension modérée. Nous indiquons cet état par le mot de ton. Lorsque le cœur bat d'une manière continue et avec une force donnée, les artères dans cet état de tension ne peuvent passer qu'une certaine quantité de sang. Les artères du siège, par exemple, quand leur ton est normal, donnant passage à une certaine quantité de sang, et le passage de cette quantité de sang communique au siège son ton ordinaire. Dans certaines circonstances, les muscles des artères isolées exercent complétement un action et sont dans un état de spasme; le calibre des vaisseaux se rétrécit, et, quoiqu'il le cœur batte toujours avec la même force et la même fréquence, il passe bien moins de sang par les vaisseaux de la place; c'est alors qu'on parle. Dans d'autres circonstances, les mêmes muscles qui paralysés et se relâchent, le système des parois artérielles oppose moins de résistance à l'action du sang, le calibre des artères s'accroît d'une façon notable, le sang s'y précipite en abondance, le réseau capillaire de la place se remplit de corpuscules rouges, et nous disons que le siège se trouve de relâché.

À quel mécanisme sont dus ces résultats? Prenons pour exemple les artères de la face. Les muscles des artères faciales, comme tous les autres muscles, sont pourvus de nerfs. En parlant des artères, nous pouvons entre ces nerfs le long de ces nerfs jusqu'à certaines régions de cellules nerveuses ou ganglions. Les ganglions portant d'autres nerfs qui vont rejoindre les nerfs artériels. Les nerfs qui sont ainsi en rapport avec les vaisseaux sanguins font partie de ce que l'on appelle le système sympathique, et leur structure présente certaines traits particuliers. Les ganglions situés à l'abouchement portent avec le nom de ganglions sympathiques. Quelques physiologistes pensent que ces ganglions sympathiques sont les agents principaux de la contraction et du relâchement des artères. D'autres physiologistes les regardent moins comme des centres, que comme des stations sur le route qui mène à la motricité artérielle. Par exemple, les artères de la face semblent être particulièrement en rapport avec une certaine partie de la motricité artérielle située entre les épaules; c'est à peu près l'endroit et le point de vue, d'après les résultats physiologiques, nous apparaît à mettre en évidence,

qui est par exemple, pour arriver au relâchement de ces.

Nous pouvons imaginer aussi, dans certaines cellules nerveuses de cette partie de la motricité artérielle, ou, au-delà l'autre hypothèse, dans les cellules nerveuses des ganglions sympathiques correspondants, s'accomplissent sans cesse un certain travail, sans la forme son d'impulsions intermittentes, mais plutôt d'une influence continue continue; nous pouvons penser que cette influence se transmet par le nerf sympathique aux muscles des artères faciales, y détermine une contraction modérée et se maintient ainsi le ton.

Nous pouvons imaginer aussi que d'autres hypothèses qui ont pris naissance en des points éloignés du système nerveux, peut-être dans le cerveau, par suite de quelque excitation, ou bien en d'autres points et par d'autres causes, envoient la motricité artérielle; arrivent tout à coup aux cellules nerveuses isolées occupées à leur travail dans le ton, elles interrompent ce travail, tout comme nous avons vu des impulsions qui arrivent à leur motricité artérielle à leur travail dans le ton, et les cellules ganglionnaires de leur ton et le tonde l'innervation. Dans ce cas, les parois musculaires des artères faciales, contractées à l'influence qui leur donne le ton, se relâchent; et il la regarder l'innervation qui est à la fois le résultat et la preuve de cette perturbation. Dans d'autres circonstances, les impulsions de nature différente, peut-être d'un caractère plus doux, et qui ont très-probablement suivi une autre voie, arrivent aux mêmes cellules isolées, mais, au lieu d'un relâchement, l'excitabilité et l'accroissement, tout comme nous avons vu les excitations qui ont dirigées vers le cœur au travail d'autres nerfs que le pneumogastrique, excitent les battements au lieu de les relâcher. Les muscles artériels, obéissant à un appel devenu plus énergique, doivent alors se contracter avec plus de force: le calibre des vaisseaux diminue, il se passe à moins de sang, et le relâchement de ces vaisseaux cesse.

Pour dire alors vous demandez-vous comment il se fait que les muscles artériels sont toujours dans un état de tension modérée, ce même point par se relâcher et se dilater. On peut proposer deux explications de ce fait. D'abord nous pouvons admettre que, de même que la motricité de tout est capable de faire que les battements réguliers et seulement sans fatigue, de même aussi la motricité de ces quelques artères est exactement proportionnée aux besoins que développe leur travail incessant. Dans ce cas cependant, nous sommes à supposer un effet que les muscles de l'innervation d'un artère, et que l'innervation continue d'autres la motricité artérielle via par la motricité d'une stimulation, mais plutôt qu'elle est analogue à ce que nous avons regardé dans pour l'influence sympathique des cellules nerveuses et cœur.

Pour la seconde explication, il faut admettre que, tout ce fait d'un groupe quelconque de muscles artériels est parfaitement continue, celui de chaque fibre musculaire de l'un pas. Nous pouvons supposer que chaque fibre musculaire et se relâche tout à fait, qu'elle a des contractions d'elles et de repos, mais que, pendant ce période de repos, les fibres voisines travaillent activement, pour se maintenir comme quand la première se contracte à l'énergie. En d'autres termes, le tonus continue aussi en étant composé de pulsations individuelles et l'influence de toutes ces fibres se fait en fait l'innervation des fibres individuelles.

Les conclusions auxquelles nous sommes parvenus sont les suivantes:

des adaptés, et aussi à quelques hypothèses que nous nous sommes au sujet de la position de ces centres locaux, soit que nous les placions dans la moëlle épinière, ou dans les ganglions sympathiques qui sont joints à la moëlle épinière, sans oublier non plus que, non seulement les centres locaux, mais toutes les parties du corps ont leurs centres locaux, soit au différents points de la moëlle épinière, soit dans différents ganglions sympathiques. Dans tous les cas, nous avons la même sorte de choses que nous avons déjà vu dans les cils, dans la protoplasmite et dans le casier de la circulation sanguine, comme dans ceux de la circulation lymphatique.

Dans tous les cas, nous avons au certain entendement, une certaine portion de matière vivante, soit une forme de protoplasmite vivante, soit encore modifiée et subdivisée à l'infini de fibres musculaires, de fibres nerveuses et même de cellules nerveuses. Nous reconnaissons que ce mécanisme, cette partie de substance vivante est le siège d'un mouvement spontané tout à fait indépendant de notre volonté; mouvement lent ou vif, régulier ou irrégulier, continu ou intermittent; mouvement de la cause d'après nous pouvons dire seulement que c'est le résultat naturel des mouvements moléculaires qui constituent la substance des fibres, et qu'il fait partie de leur vie même. Nous constatons de plus que ces mouvements spontanés, instinctifs de l'existence d'une volonté dans notre volonté, quelque aspect toujours leur siège dans les basses parties de la vie des appareils qui les produisent, changent néanmoins et se modifient, s'élevèrent et s'abaissent, augmentent et diminuent sous l'empire d'influences qui viennent des autres parties du corps aussi bien appartenant, ou même du monde extérieur. Enfin, quand ces mouvements s'accomplissent sans perturbation, et peut-être plus encore dans les variations accidentelles qui se présentent, nous reconnaissons un but clairement indiqué, et la preuve évidente que des moyens directs et parfaitement proportionnés ont été préparés pour y arriver.

Comme preuve de ce dernier point, permettez-moi d'appeler votre attention sur une disposition fort remarquable d'une partie du système tonique général découvert tout récemment. Plus les artères sont étroites, plus elles résistent au passage du sang, et plus est grand le travail imposé au cœur pour vaincre à la même distance la même quantité de sang. Je vous ai parlé plusieurs fois d'impulsions qui arrivent au cœur, mais il y a aussi des impulsions qui partent du cœur, de ceux d'un certain œuf très-tendre, du milieu d'une certaine armoire, quelque-une de ces impulsions venues du cœur se reflètent sur principalement toutes les parties du corps, de telle façon que, toutes les fois que, par un motif quelconque, le cœur se trouve chargé d'un travail trop grand à cause de la résistance des vaisseaux sanguins trop rétrécis, ces impulsions du cœur, partant des autres toniques, exercent les effets qui caractérisent le cœur du sang, et soulagent ainsi le cœur d'une partie de son travail.

Ce sont les appareils complémentaires et directs de cette espèce, et d'autres encore, qui forment le sujet de notre prochaine conférence.

M. DE LA FORCE.

Professeur de physiologie à l'Université royale et à l'Université-College.

— Traduit de l'anglais par M. L. M. —

CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES DE METZ

M. CHEVREUL

L'unité des forces physiques dans la nature (1)

Il y a deux manières bien différentes d'envisager l'étude des sciences physiques. On peut les considérer par leur côté pratique, industriel, immédiatement applicable, ou bien par leur côté scientifique, théorique et purement spéculatif.

C'est à ce dernier point de vue que nous nous plaçons aujourd'hui, et vous le voyez bien, nous nous bornons d'ailleurs de discuter longuement notre thèse.

Depuis quelque ans, répète-t-on partout, les sciences ont rempli le monde de leur merveille. Mais si, au grand étonnement, comme la navigation à vapeur, la télégraphie électrique, l'éclairage au gaz, l'éclairage électrique, la photographie, nous frappent tous d'admiration, et nous constatons l'un des faits de gloire de notre temps, il ne faut pas oublier qu'il en est qui des applications de vérités abstraites que leurs auteurs établirent seulement pour les connaître et en dehors de toute préoccupation utilitaire.

D'ailleurs, il est juste d'ajouter que les belles applications des sciences nous entraînent et nous entraînent, jamais l'intelligence de l'homme ne s'est soustraite au seul ardeur de connaître les lois des grands phénomènes de la nature et leurs causes. Qu'est-ce que le soleil, la terre? Que signifient le tonnerre, les éclairs, la pluie, les vents? Qu'est-ce que la chaleur, la lumière, l'électricité, l'attraction universelle qui régit les mouvements des astres; la cohésion, l'élasticité chimique qui président aux transformations de la matière.

Toutes ces questions, et bien d'autres encore, se sont posées aux hommes des premiers âges, et peu à peu il est devenu manifeste que ce désir de connaître n'était pas une vaine et impuissante curiosité; après bien des essais, des tentatives souvent renouvelées, on est arrivé à cette conviction, que de telles questions ne sont pas absolument au-dessus de l'intelligence humaine; que l'homme peut, avec une certaine mesure, pénétrer le secret de l'univers; que ses fonctions mentales ne sont pas exclusivement bornées aux perceptions des cinq sens; que les choses visibles du monde matériel sont compréhensibles, dans leurs actions, par des choses invisibles; qu'en un mot, au delà des phénomènes qui frappent nos yeux, il y a des lois, des principes, des faits, qui s'adressent uniquement à l'esprit et que l'esprit seul peut discerner.

Depuis sixante ans, la gloire des découvertes a accompagné d'incompréhensibles matières; mais la science qui consiste à les connaître en date que d'une trentaine d'années. C'est que l'on se préoccupait moins des causes premières que des résultats; on avait moins en vue le pourquoi que le comment des choses. Il est cependant plus difficile qu'en un seul de séparer la fait de l'être; et, en étudiant de plus près les grandes lois physiques, on est arrivé à cette conviction que les agents matériels ne sont pas aussi nombreux ni aussi différents qu'on l'avait cru d'abord.

Et, par exemple, les phénomènes de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, nous apparaissent sous des aspects et

(1) Voyez notre tome I, page 333, notre tome II, page 334, 335, 374, notre tome III, page 181, 222 et 226, etc.

différents qu'on les a longtemps attribués à des causes étrangères les uns aux autres, cette conception d'agents spécifiques et hétérogènes n'avait qu'une seule raison : c'est que la perception de ces divers ordres de phénomènes s'opère en général par des organes différents, et qu'on n'attribuait plus spécialement à chacun de ces sens, la sensation des sensations spécifiques.

Lus différences dans les causes apparentes des phénomènes se rattachent donc moins à la nature des agents physiques qui les produisent qu'aux fonctions de l'instrument physique chargé de percevoir les sensations.

Ainsi les États nerveux qui s'épanouissent au fond de l'œil sont merveilleusement organisés pour percevoir les sensations dites lumineuses et tout à fait impuissants à en percevoir l'audition ; de là l'habitude d'attribuer la vue à une cause spécifique qu'on appelle le fluide lumineux. Il en est de même pour la chaleur ; elle affecte particulièrement les nerfs qu'on reconnaît à la surface du corps ; on désigne habituellement ce phénomène des autres, et on l'attribue à une cause distincte, un fluide calorifique. L'électricité, si apte à produire des communications, et même à exciter les nerfs des arthropodes, lui de même attribuée à un fluide électrique. En un mot, chaque groupe de phénomènes produisant des impressions différentes, fut attribué à des causes différentes.

Mais parce qu'il y a dissimilitude apparente dans les effets, on en a dit qu'il y a dissimilitude réelle dans les causes ! Évidemment non. À mesure qu'on a mieux étudié la gravitation, la chaleur, la lumière, l'électricité, la magnétisme, l'acidité chimique, et qu'on a mieux connu les lois spécifiques de chacun de ces agents ou de ces phénomènes, on a distingué plus nettement leurs relations nécessaires.

On a reconnu pour plusieurs d'entre eux qu'ils s'engendrent les uns des autres suivant des règles précises, et l'on a été conduit à étudier et à généraliser ces principes.

L'étude de la chaleur a été le point de départ de cette grande évolution scientifique.

De toutes parts, sous nos yeux, la chaleur se convertit en mouvement, en travail mécanique, et le travail en chaleur. C'est la chaleur dissipée par le frottement d'une machine à vapeur qui imprime au piston son mouvement de va-et-vient, lequel produit le mouvement de rotation de l'arbre. La vapeur d'eau n'est pour ainsi dire qu'un intermédiaire. Si l'on fait tomber une masse d'alumine dans une masse d'eau, l'eau s'échauffe ; et l'on trouve dans une masse de glace l'un contre l'autre, le glace liquid, on s'est longtemps proposé et l'on a pu prouver encore de lui en faisant le briquet, c'est-à-dire en frottant l'un contre l'autre deux corps durs. L'expérience apparut imaginée par M. Youssier est particulièrement propre à mettre en évidence la chaleur produite par le frottement.

Il y a plus, une même quantité de chaleur produit toujours la même somme de travail, et à un même travail correspond correspond toujours la même quantité de chaleur créée.

Je prends un poids de 125 kilogrammes, je le laisse tomber d'une hauteur d'un mètre, sur une machine par exemple le choc l'arrête brusquement, mais son mouvement n'est pas détruit dans la masse absolue du sol, il est simplement transformé et nous apparaît maintenant sous forme de chaleur. L'instant où le poids se voit s'échauffer, et la chaleur développée, si elle était exactement mesurable, serait juste capable d'échauffer l'eau d'un degré en kilogramme d'eau. C'est ce

qu'on appelle une unité de chaleur ou une calorie. L'unité de chaleur correspond à 125 kilogrammètres.

Hieroglyphiquement, quand une machine à feu produit du travail, dire, par exemple, un poids de 125 kilogrammes à un mètre de hauteur, la chaleur qui est consommée pour effectuer ce travail est exactement la même que celle qui est nécessaire pour échauffer l'eau d'un degré en kilogramme d'eau. Chaque unité de travail correspond donc aussi à une fraction constante d'unité de chaleur.

Le jour où cette notion, l'une des plus importantes conquêtes de la physique moderne, a été introduite dans la science, toutes les parties de la physique se sont trouvées en quelques sorts reconstruites. Beaucoup de questions ont été directement éclairées par la théorie nouvelle ; sur beaucoup d'autres, elle a brisé des apparences lumineuses, ouvert des recherches utiles, et de ce mouvement d'idées est sortie une conception nouvelle de la nature, qui s'échappe maintenant à beaucoup d'agents.

Cette nouvelle manière d'envisager les phénomènes naturels se désigne sous une formule générale : l'union des forces physiques. Dans cet ordre d'idées, toutes les forces de la nature se ramènent au même principe, le mouvement, et se transforment l'une dans l'autre suivant des règles fixes qui ne sont autres que les lois de la mécanique.

Si cette hypothèse grandiose pouvait paraître téméraire à quelques-uns, chimériques aux yeux de quelques autres, inutile à beaucoup, je dirai, pour conclure autant que possible toutes les opinions, qu'elle n'est nullement le fruit de l'imagination, qu'elle n'est non plus ni l'œuvre d'un jour, ni la croyance d'une révolution : c'est le fruit d'un progrès lent et certain, c'est l'œuvre du temps et de l'expérience. Et si les vues nouvelles ne marquent toutes également, du moins la grandeur du résultat nous permet de jeter un coup d'œil sur le distance parcourue, et de marquer avec assurance le point culminant que la science vient d'atteindre.

Lorsqu'on examine attentivement l'univers dans son ensemble comme dans ses détails, on y trouve deux choses : la matière et le mouvement. La matière, formée de particules extrêmement petites, indivisibles, appelées atomes, et qui se juxtaposent formant les corps ; le mouvement, qui les anime tous et produit les phénomènes variés dont nous sommes témoins.

L'atome et le mouvement, voilà le monde physique. Or, c'est un fait maintenant incontesté que la matière est dans l'univers en quantité infinie, et on n'en crée pas, et on n'en détruit pas ; tout se réduit à des transformations.

Mais quelles sont les propriétés de la matière ? L'impassibilité d'abord, c'est-à-dire la propriété qu'un corps d'occuper une place dans l'espace à l'exclusion de tout autre ; l'insensibilité ensuite ; la matière d'entre en mouvement que lorsqu'elle est poussée, et ne perd son mouvement qu'en la communication. On peut donc dire du mouvement ce que nous disons de la matière : il n'en crée pas, il ne s'en détruit pas, la quantité en est invariable. Pour le mouvement comme pour la matière, il n'y a que des transformations ; et ce que nous appelons force dans le langage usuel n'est autre chose que du mouvement, c'est ce qui fait qu'un mouvement se transforme en un autre mouvement.

Ainsi, toutes les fois qu'un mouvement apparaît, c'est qu'un autre mouvement a disparu ; la cause d'un mouvement est un autre mouvement.

Si nous maintenons maintenant les phénomènes physiques qui tombent sous ce nom, — la chaleur, la lumière, l'électricité, — l'expérience nous montre que ce sont des formes particulières de mouvements: le fait est au moins démontré d'une manière irrefutable pour la lumière et la chaleur. Il n'y a de lui rien d'élémentaire en ce que l'un de ces mouvements engendre les autres, que la chaleur se transforme en lumière, ou l'inverse, l'électricité en lumière ou chaleur.

Avant d'étudier séparément chacun de ces phénomènes, réfléchons-nous bien compte de ce que peut être un mouvement vibratoire, et comment un mouvement de translation, tel que la chute d'un corps, peut être transformé en mouvement vibratoire pour nous apparaître tantôt sous forme de son, tantôt sous forme de chaleur, de lumière ou d'électricité, suivant les cas.

Un exemple très-simple se voit s'élever à cet égard. Lorsqu'on laisse tomber une pierre dans une cuve d'eau tranquille, vous savez que la liquide est déprimé au point de chute et se soulève tout autour en un petit bourrelet circulaire qui s'étend lentement à la surface de l'eau; c'est ce que l'on nomme une onde. La liquide s'est ensuite relevé au centre et s'est retiré au centre une petite vallée également circulaire qui se soulève également peu à peu en s'éloignant: c'est l'onde déprimée. Au bout de peu de temps, vous voyez une série d'ondes creuses et creuses qui s'avancent et s'éloignent du centre en s'élargissant. Ce n'est pas le liquide qui s'éloigne, c'est le mouvement. Une feuille qui flotte à quelque distance du centre, s'élève et s'abaisse alternativement, en se déplaçant, mais elle n'est pas transportée.

Le mouvement de chute de la pierre est ainsi transformé en un mouvement oscillatoire qui se propage sur la cuve liquide. Chacune des ondes creuses ou déprimées vient frapper le rivage et lui transmet son mouvement.

Je frappe maintenant la cloche de cristal que vous avez vue ici: la cloche s'élève et produit dans l'air des ondes sonores qui vont frapper vos oreilles, comme tout à l'heure les ondes aqueuses allaient frapper le rivage. Je puis dire, dans un sens presque mathématiquement exact, que la forme même libre de son ton a été transformée en musique; c'est dans tous les cas un mouvement de translation qui nous apparaît maintenant sous forme de mouvement vibratoire.

Lorsque le marteau vient frapper l'incense, son mouvement de chute est transformé de la même manière, en une série d'oscillations senties par les dérivées particulières du corps frappé, et ces oscillations se réfléchit à nous sous forme de chaleur.

Mais revenons à notre expérience primitive, la chute d'une pierre dans l'eau, et, cette fois, recommençons l'expérience et laissons-la tomber deux, l'une en sorte qu'elle tombe au même temps, de la même hauteur, et à une petite distance l'une de l'autre. Chacune s'élève depuis naissance à un rythme d'ondes creuses et déprimées; et ces ondes, en se propageant, s'éloignent du centre d'ébranlement, elles se concentrent, se créent et produisent par cet enchevêtrement des combinaisons de mouvement si faciles à prévoir et à observer.

Chaque point de mouvement reçoit deux mouvements: l'un qui produit la première espèce d'onde, l'autre qui lui est opposé par la deuxième. Si ces deux mouvements sont de même sens, ils s'ajoutent; si, par exemple, il s'agit d'un mouvement ascensionnel, l'onde résultante sera plus creuse; si ce sont deux mouvements descendant, elle sera plus creuse;

plus déprimée. Si les deux mouvements sont de sens contraires, ils se retranchent, et dans ce cas, si débattant et l'un revient au repos. Cette superposition de deux mouvements oscillatoires se trouve interprétée. Vous pouvez maintenant constater que le mouvement ajouté à du mouvement peut donner du repos.

Supposons deux ondes vibrant à une petite distance l'une de l'autre; [Je démontre deux sphères d'ondes vibratoires sphériques. Lorsque ces ondes se rencontrent, elles se superposent pour s'ajouter si leurs vibrations sont de même sens, pour se retrancher, si elles oscillent en sens contraire; et dans ce dernier cas, du côté d'une de ses peut produire du silence.

Le caractère différentiel des mouvements vibratoires, c'est de produire l'interférence, de pouvoir se superposer pour s'ajouter ou se retrancher suivant les cas. Les expériences très-simples que nous venons de citer nous montrent comment un mouvement de translation peut être converti en mouvement oscillatoire et à quel caractère se reconnaissent les mouvements vibratoires.

Conditions maintenant de plus près les phénomènes de la chaleur.

Nous l'avons vu apparaître chaque fois qu'un mouvement était arrêté, et nous le voyons à chaque instant disparaître en produisant des mouvements, du travail mécanique. Il est donc naturel de ne voir dans la chaleur qu'un mode particulier de mouvement. Elle peut être en effet une vibration des dérivées particulières de corps, et ces oscillations des atomes peuvent être produites par toutes les actions mécaniques (frottement, compression, choc), par les actions chimiques, même par l'électricité. Il nous faut maintenant les molécules de corps dans un état continué du mouvement.

Ainsi la table devant laquelle je suis placé paraît en repos complet, et cependant elle est la théâtre de mouvements incessants, de collisions perpétuelles entre ses particules constitutives. Ses dimensions changent à chaque instant; et la température s'élève, les molécules s'éloignent les unes des autres; et il y a refroidissement, elles se rapprochent.

Le refroidissement est une partie de mouvement.

Vous éprouvez la sensation de chaleur lorsque vous passez dans un milieu dont le mouvement vibratoire est plus rapide que celui que nous venons de quitter, et c'est cet état vibratoire qui constitue la température. Une case vous paraît chaude quand vous y pénétrez pendant les fortes chaleurs de l'été; elle nous semble chaude et nous la voyons durant les grands froids de l'hiver, et cependant nous savons que sa température, c'est-à-dire son état vibratoire, ne change pas sensiblement dans le cours d'une année.

Pour produire une compression, on pourrait dire que les molécules mollicieuses des corps froids correspondent à un état grave de l'acoustique; tandis que les oscillations rapides de corps chauds répondent aux notes élevées de la gamme. Ébranler un corps, c'est faire passer ses mouvements mollicieuses par une série de gammes, depuis la plus grave qui correspond à une température très-basse, jusqu'à la plus aiguë qui répond à une température élevée. Or que dans corps soit à la même température égale que leurs atomes sont soumis de mouvements concordants, qu'ils vibrent à l'unisson.

Nous pourrions pousser très-loin ce parallèle; ajoutons seulement que si la chaleur est réellement un mouvement vibratoire, elle doit produire les phénomènes des interférences;

et l'on doit pouvoir obtenir du froid en ajoutant de la chaleur à de la chaleur. Et bien, l'expérience a été faite et elle a pleinement réussi. Ce point important de la science ne peut donc plus nous laisser sans doute.

Examinons maintenant, en quelques mots, les phénomènes lumineux.

La lumière est un mouvement vibratoire comme la son, comme la chaleur qui l'accompagne toujours; mais c'est un mouvement vibratoire qui a ses caractères particuliers. Le principe des interférences s'y applique merveilleusement bien, et ce fait qu'on ajoint de la lumière à la lumière en obtient de l'obscurité, est connu depuis plus d'un siècle. On peut donc dire: quelque la lumière latente, c'est qu'elle vibre.

Mais qu'est-ce qui vibre dans un rayon lumineux? est-ce l'air, comme dans les rayons sonores? évidemment non; car la lumière n'a pas besoin d'air, et peut se produire, et pour se propager. Elle nous arrive du soleil, en traversant un espace immense dans lequel il n'y a pas d'air; il faut donc que cet espace renferme autre chose qu'un vide absolu, un milieu élastique comme l'air, mais beaucoup plus élastique et plus subtil que lui. Ce milieu, que nous n'avons jamais vu qu'à travers les yeux de l'intelligence, mais dont nous sommes fiers d'admettre l'existence, on l'appelle l'éther. Il doit se trouver partout où la lumière se propage. C'est lui qui transmet la lumière et la chaleur rayonnante, comme l'air transmet le son.

Ce mouvement vibratoire de la lumière est celui qu'on a le mieux étudié. Il est très-complexe.

Vous savez que si l'on fait tomber un faisceau de lumière solaire sur un prisme de verre convenablement disposé, ce faisceau est dévié en sa direction et donne une image brillamment colorée: c'est le spectre solaire. On y distingue sept couleurs principales: le violet, l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orange, le rouge; elles sont disposées sur sept bandes parallèles qui s'écartent, en passant de l'une à l'autre, par des espaces irréguliers. Les rayons les moins déviés, le rouge, l'orange, correspondent à des vibrations lentes; les rayons les plus écartés, le violet, l'indigo, répondent aux vibrations les plus rapides.

Les radiations lumineuses ne sont pas d'ailleurs les seules que cette expérience nous révèle.

Si l'on promène dans toute l'étendue du spectre un thermomètre très-sensible, on remarque que la température s'élève à mesure qu'on s'éloigne du violet pour se rapprocher du rouge; c'est même au delà du rouge, dans la partie obscure du spectre, que la température est maximum, ainsi, au delà du spectre lumineux, il y a des radiations qui dépassent du soleil, que l'œil ne perçoit pas, et dont le thermomètre paraît jusqu'à présent seul apte à mesurer l'existence. L'ensemble de ces radiations constitue le spectre calorifique.

Au delà du violet, dans la partie obscure, se trouvent d'autres radiations que l'œil n'est pas non plus capable de saisir, auxquelles le thermomètre est insensible, mais dont l'activité chimique est puissante; ces radiations peuvent décomposer le sel d'argent, et elles jouent un rôle important dans la photographie. Leur ensemble constitue le spectre chimique.

Un rayon de lumière emporte donc avec lui un triple mouvement vibratoire, et non peut-on percevoir que les radiations gazeuses. La lumière, la chaleur et l'éther chimique cheminent ensemble dans un rayon de soleil.

Passons rapidement en revue les phénomènes de l'électricité et de magnétisme.

Depuis les remarquables travaux d'ampère, les magnétisme, même dans l'équipement classique, n'est plus considéré que comme une forme particulière des courants électriques.

Quant à l'électricité, et nous ne sommes pas encore complètement faits sur la nature de ce merveilleux agent, nous savons de mieux qu'elle peut être produite par tous les genres particuliers de mouvements que nous avons étudiés. Par les actions mécaniques: vous en avez un exemple dans nos machines électro-motrices ordinaires; les machines magnéto-électriques elles-mêmes ne sont-elles pas des exemples frappants de cette transformation de travail mécanique en électricité (1); par la chaleur, comme le montrent les piles thermo-électriques; par les actions chimiques, ainsi que le fait voir une pile voltaïque.

Et dans tout, l'électricité peut produire de la chaleur, de la lumière, des actions chimiques et mécaniques: voilà déjà des rapprochements importants, en étendant une théorie plus complète.

En résumé, nous pouvons dire que la lumière, la chaleur, l'électricité, apparemment comme des phénomènes isolés, sont réductibles à l'unité de travail mécanique. Un travail peut les produire, et les produire de travail; il entend le mouvement, et il se résolvait en mouvement.

La question est moins ardue en ce qui concerne les forces vitales, la gravitation universelle, la pesanteur, la cohésion et l'affinité chimiques. Elles nous restent jusqu'ici un aspect plus mystérieux. Nous en avons entrevues deux qu'on se présente; et, pour ne pas être trop absolu, nous ne dirons que quelques mots des actions moléculaires.

Un premier fait nous frappe, c'est la puissance énorme de ces forces. La congélation de l'eau est capable de briser des bouteilles de fer de plusieurs centaines d'épaisseurs. Que dire des effets formidables que produisent les amalgams explosifs?

Mais on se fait une idée plus exacte et surtout plus simple des phénomènes chimiques, des transformations de la matière. Ces phénomènes paraissent étirés de mouvements très-rapides de particules des atomes, l'œil résiste à leur leur élagage dans les combinaisons. On a établi l'équivalence entre les quantités de chaleur produites ou absorbées dans les transformations chimiques et les travaux nécessaires pour les accomplir. L'unité chimique, et toutes les forces mystérieuses qui lui font ombrage, se trouvent ainsi ramenées à une simple question de mécanique (2).

Après vous avoir montré comment cette belle théorie de l'unité des forces physiques bannit les unités métaphysiques, les causes occultes qui obscurcissent la science, je n'ai pas besoin de vous dire que la physique actuelle n'a nullement la prétention d'avoir résolu ni de résoudre jamais d'une manière complète le problème de l'univers. Parce que nous avons fait une belle hypothèse scientifique, basée sur des faits nombreux et bien étudiés, nous ne devons nullement nous croire en possession de la réalité des choses. Faut-il que nous sommes dans l'effroi du temps et de l'espace, nous ne saisis-

(1) Voyez notre livre IV, page 189, 18 septembre 1887.

(2) Sur ce sujet, voyez les travaux de M. H. Helmholtz, *Recherches sur l'énergie*, page 261, 22 mars 1847, et *Annales Chimie Phys.*, page 56, 11 janvier 1854.

mais que des rapports entre les phénomènes; l'abcès nous échappe toujours.

Mais en groupant ainsi nos idées sur la nature, nous délinquons nos connaissances les unes par les autres, nous distinguons des rapprochements faibles, et nous faisons perdre la source de nouvelles découvertes.

C'est ainsi qu'à mesure qu'on avance, l'horizon s'agrandit à point en s'étendant, on ne peut plus en concevoir le développement. Loin de dissiper la nature de choses mystérieuses de ses secrets, la science nous révèle des merveilles et des harmonies cachées jusque dans les choses les plus communes, et nous donne une idée plus exacte, plus précise, de la grandeur et de la complexité de la création.

COPYING.

VARIÉTÉS

Le Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistorique de Copenhague.

Catégoriquement en programme, le Congrès s'est ouvert le 15 août. La première d'une grande partie des communications archéologiques assises en et la première des lieux où ont été faites tant de découvertes intéressantes pour la science préhistorique dépassant un siècle tout entier à la création de cette année. Plus de cent-vingt membres étrangers s'y étaient rendus. Les Français étaient en très-grand nombre, ce qui tient sans nul doute à ce qu'il avait été déclaré d'avance qu'on se servirait exclusivement de la langue française pendant toute la durée de la session. On remarquait surtout, parmi eux, M. de Camille, le professeur d'anthropologie de l'Institut Pasteur, directeur de Paris, M. E. Lacroix, etc. M. Bruce s'y assistait aussi. Quant à M. Charles Bernier, qui lors les journaux politiques parisiens et un voyage en compagnie de M. Lacroix, il remplissait ici son devoir de président de l'Association des sciences pendant que le chef de la police venait l'air de la Botanique.

Presque toutes les autres nations de l'Europe y étaient représentées, depuis l'Espagne et l'Angleterre jusqu'à la Valachie et la Roumanie. Le roi, la reine et toute la famille royale, accompagnés des ministres, des grands dignitaires et du corps diplomatique, ont assisté à la séance d'ouverture. Ce n'est pas le seul témoignage d'intérêt que Christian IX ait donné à cette réunion scientifique. Tous les membres étrangers ont été invités au spectacle-gala donné en l'honneur de la nouvelle princesse royale. De plus, on lui avait été invités à un grand dîner donné, en l'honneur du Congrès, au palais de Christiansburg, qui ne s'élevait que pour les plus grandes fêtes. Ici encore la famille royale, la reine, les hauts fonctionnaires et le corps diplomatique, se sont réunis à une table d'ivoire dans une grande salle, à côté des plus nobles représentants de la science. Reconnaissance qu'il est bien rare de voir la science assidue avec cette distinction par n'importe quel souverain.

Toute la population de Copenhague a d'ailleurs rivalisé avec eux en d'expressions hospitalières. Il y a plus : les petites villes et les campagnes mêmes, visitées par le Congrès dans les courses et explorations scientifiques, ne paraissent comme une plus grande partie de l'île; les paysans montrent leurs stalages, — traités fort beaux et fort confortables, — à la disposition de ces étrangers venus de loin pour visiter leur pays, et à la visite de l'établissement de l'école, plus des enfants venant à deux heures, la plupart conduites par leurs propriétaires, ont honoré le Congrès en masse au lieu où devaient se faire les réunions.

On comprend que la session a été, pour la plupart des membres, une série de jours de fête. Mais les distractions n'ont pas eu mal au travail. Après la séance d'ouverture, remplie par un discours historique du président, le célèbre archéologue Worsaae, et par une courte séance improvisée par M. de Camille, qu'on avait désigné le comité d'organisation, les études ont commencé. Les matières jusqu'à une heure étaient consacrées aux visites dans les divers musées dont les directeurs et les conservateurs se traitent communément à la disposition des membres. Toutes les facilités pour les recherches ont été ainsi données, à une heure, on avait une première séance, qui se prolongait parfois jusqu'à cinq heures passées. A huit heures, on recommençait jusqu'à ce que l'ordre du jour fût épuisé. Tel a été l'emploi du temps jusqu'au 1^{er} septembre, jour de clôture officielle. Mais le 4 et le 5 ont encore été employés à deux grandes excursions, à Roskilde et à Elsinore, pour visiter des débris, des tombeaux, la vallée de Herredal, des monuments de moyen âge, des débris de la Renaissance.

Le nombre des communications a été considérable. Elles ont porté sur l'ensemble des temps préhistoriques et compris les âges de pierre, de bronze et de fer. Un grand nombre de membres avaient apporté, à l'appui de leurs communications faites ou lues, des dessins, des plans, des objets souvent extrêmement remarquables et dignes de figurer dans l'admirable Musée des antiquités du Nord. Le tout avait été disposé dans une des galeries de l'Université où se tenaient les séances. Il en est résulté une véritable petite exposition archéologique d'un tel intérêt. Les communications ont souvent servies des discussions et à toujours régné un remarquable esprit de loyauté confraternelle.

Les deux sessions précédentes du Congrès d'anthropologie préhistorique, celle de Norwège en 1888 et surtout celle de Paris en 1887, l'étaient par la collection de l'Exposition internationale, avaient été un grand fait. Celle-ci s'en est mieux brillamment, et mieux fructueusement.

On comprend qu'une session aussi bien remplie n'a pu se passer sans séances. Assésés que on travail sans être, avec les membres en tout ou en partie sous les yeux de nos lecteurs.

Voici, en attendant, quelle était la composition du bureau :

Président d'honneur comme ayant présidé dans les précédentes sessions, MM. Capellini, Rome.

Président, M. Worsaae, l'un des fondateurs de l'anthropologie préhistorique.

Vice-présidents, MM. Sorensen, Nissen, Lisch, de Copenhague, Prague, Carl Vogt.

Vice-présidents adjoints, MM. Dupont, Alex. Barrow, comte d'Osborne.

Membres du conseil, MM. Hildebrand, Yonson, Spring, l'un de l'école L'Haridon, Hildebr., Worsaae d'Osborne, Schmidt-Larsen.

Trésorier, M. E. Bang.

Trésoriers adjoints, MM. Erlew, Hildebrand, C. Bang, L. Bang.

Secrétaire général, M. Valdemar Schmidt.

Secrétaire, MM. Engelhardt, Dagnic, Canalis de Fontaine, A. Bland.

Secrétaire adjoints, MM. E. Christy, A. Bonny, de Rosen.

Le propriétaire-gérant : GABRIEL BAILLIARD.



des de toutes directions. On mesure au 27.50 à 27.60 de large, l'ouverture à 17.5 de diamètre et on obtient une surface de 1.200 mètres carrés. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification. On a pu constater que les parois sont constituées par un calcaire compact et homogène, sans aucune trace de stratification.

FLORA CROATICA

DE CALA MALLERBA

L. S. DE FERRIS VERONELLI

1900

PHÉNOMÈNES PHYSIQUES

DE LA VIE

PAR A. MARIANI

1900

MÉMOIRE

CONSERVATION DE LA FORCE

PAR A. MARIANI

1900

HISTOIRE DES PLANTES

PAR M. BASSON

1900

DE CHIMIE PRATIQUE

PAR M. BASSON

1900

DE LA FOLIE NÉVROPATHIQUE

PAR M. BASSON

1900

1.683 Spina

754