

Werk

Label: Table of contents

Jahr: 1892

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?129323659_0048|log16

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

TABLE DES MATIÈRES.

PRÉLIMINAIRE.

	Pages.
Idée générale de l'ouvrage. L'univers est la réalisation d'une pensée; la science, la recherche de cette pensée. L'esprit conçoit plus que ce qui existe; de là, la nécessité d'un procédé de sélection entre une infinité de possibilités rationnelles: ce procédé est l' <i>observation</i> et l' <i>expérience</i> . La méthode consiste à opérer la classification des possibilités dans l'ordre de la complexité croissante, et à éliminer, à chaque bifurcation d'idées, celle qui ne se trouve pas réalisée. Plan du travail: 1° application de la méthode, qui en constitue une exposition pratique; 2° exposition théorique de la méthode elle-même	3-12

CHAPITRE PREMIER.

Détermination des forces par l'étude des états statiques de la substance.

IDÉES ET DÉDUCTIONS PREMIÈRES. ATTRACTION UNIVERSELLE. RÉPULSION UNIVERSELLE
OU FORCE CALORIQUE RÉPULSIVE.
ATTRACTION MOLÉCULAIRE. FORCE ÉLECTRIQUE ET AFFINITÉ.

Espace et temps, 1 . L'existence des <i>phénomènes</i> démontre l'existence de quelque chose, <i>substance</i> , qui diversifie les points de l'étendue ou les instants de la durée, 2 . Une cause existe, <i>force</i> , qui fait varier la distribution des points substantiels, 3 . Quatre réalités: <i>espace, temps, substance, force</i> , liées par des lois qui constituent géométrie, cinématique, mécanique, 4, 5 . Deux hypothèses principales concernant l'action de la force sur la substance; matière; corps; masse; densité; expression de la force en fonction du mouvement de la matière; propriété fondamentale des points matériels: attraction newtonienne, 6 . Réunion des idées substance et force en une seule: celle de <i>substance active</i> , 7 . L'attraction newtonienne n'explique pas la <i>cohésion</i> . Deux hypothèses relativement à l'existence simultanée de ces deux forces: 1° la loi de l'inverse du carré de la distance n'est pas l'expression théorique rigoureuse de la première force; 2° les deux forces sont de natures différentes; 1° est moins vraisemblable que 2°. On ne pourra décider que plus loin entre les deux hypothèses, 8 . Modes possibles concevables de l'action d'un point substantiel, 9	13-18
--	-------

FORCE UNIVERSELLE DE RÉPULSION.

Pages.

La répulsion est, aussi bien que l'attraction, mise en évidence par les faits. Elle est fonction : 1° de la distance des points matériels; 2° d'une substance nouvelle, la chaleur. C'est une force à *intensité* ou à *paramètre variable*. Il faut étudier 1° les variations d'*intensité*, les distances restant constantes; 2° les variations de grandeur de la force en fonction de la distance, pour une même intensité, **10**. Température absolue, zéro absolu, **11**. *Loi idéale de Mariotte*, **12**. On ne peut appliquer, par induction, les propriétés expérimentales des gaz à des cas-limites, que pour autant que la condition de l'égalité des pressions soit toujours remplie, **13**. Question générale de la discontinuité de la matière dans les corps. Arguments tirés : 1° des modifications de volume des solides; a) variations de grandeur, cohésion; b) variations de forme, dureté; atomes, molécules; corps atomiques, moléculaires; 2° des combinaisons des corps, **14**. Couche de condensation d'un gaz contre la paroi d'un récipient, **15**. Distribution interne des éléments suivant le réseau tétraédrique, **16** 18-25

Premier mode de raisonnement pour établir la loi de la répulsion.

Couche de condensation sensible et volume intérieur du gaz. *La pression exercée par un gaz sur une paroi est indépendante de la nature de cette paroi; donc elle agit sur des surfaces, non sur des masses*, **17**. *Donc la force répulsive est interceptée par la matière; donc elle ne peut émaner que des surfaces des éléments*, **18**. Surface totale, surface extérieure et rayon d'un élément, **19**. *La loi de la pression du gaz, ou loi de Mariotte, est dès lors celle qui s'applique, comme la tension dans un ressort, dans chacun des volumes élémentaires du gaz. Donc chaque élément agit (sensiblement) en raison inverse du cube d'une distance*, **20** 26-30

Deuxième mode de raisonnement.

La loi de Mariotte est d'autant plus exacte que le gaz est plus raréfié, tant qu'on satisfait à la condition d'égalité de pression. Donc la répulsion d'un élément isolé est (sensiblement) en raison inverse du cube de la distance, **21**, **22**. *Mais avec une loi de cet ordre de décroissance, si la force répulsive se transmettait librement à travers le gaz, la pression varierait pour une même densité avec la grandeur et la forme de la masse gazeuse; donc la répulsion est interceptée par la matière et s'exerce contre des surfaces; donc aussi elle ne peut émaner que des surfaces des éléments*, **23**. Comparaison des deux premiers modes de raisonnement, **24**. 31-40

Troisième mode de raisonnement.

La force répulsive n'émane pas de la masse des éléments car, s'il en était ainsi, deux gaz de densités différentes ne pourraient, dans les mêmes conditions de volume et de température, exercer des pressions égales. Donc elle émane de la surface des

Pages.

éléments. Elle est interceptée par la matière, — par conséquent, elle s'exerce contre des surfaces et (comme dans le premier mode de raisonnement) est (sensiblement) en raison inverse du cube de la distance, — attendu que, si elle se transmettait librement à travers la matière, le volume d'un gaz composé ne pourrait être différent de la somme des volumes des gaz composants. Différence entre le mélange et la combinaison, **25**. 40-44

Détermination plus précise de la loi de la répulsion.

Le fait général que la répulsion émane des surfaces des éléments établit immédiatement la formule de la pression, précisément sous la forme $P = \frac{k}{v-u}$ à laquelle avait conduit depuis longtemps l'étude des anomalies de la loi de Mariotte, **26**. Distance élémentaire, δ , dans la distribution tétraédrique, **27**. La détermination de la signification physique du coefficient k donne lieu à une bifurcation d'idées : pour une même température, k est : a) dépendant, ou b) indépendant de la grandeur de la surface de l'élément. La théorie cinétique admet la seconde hypothèse, **28**. Dans les deux hypothèses, k est proportionnel à la température absolue T ; on a $k = k'T$; deux hypothèses subsidiaires : a') tous les points de la surface sont simultanément répulsifs; ou b') une partie de la surface est seule active en un instant donné; **29**. Dans l'hypothèse a'), T mesure la densité superficielle d'une substance, la chaleur; k' est proportionnel à la surface, et l'on a $k' = k'' \cdot 4\pi r^2$, **30**.

Ainsi a') entraîne a); donc b) n'est compatible qu'avec b'). Condition générale de l'équilibre dans l'hypothèse b'), **31**.

La théorie cinétique est la réalisation des hypothèse b), b'), **32**.

Première objection contre cette théorie, tirée des conséquences, contraires au principe expérimental de l'échange calorifique, qui s'en déduisent, **33**.

Deuxième objection, tirée d'une conséquence relative à l'expansion des gaz, **34**.

Troisième objection, tirée de ce que le volume d'un gaz composé ne pourrait jamais être plus grand que le volume d'un des composants, **35**.

Il faut renoncer à chercher dans des chocs la cause de la pression; on est ramené aux hypothèses a), a'); dans ces hypothèses, la chaleur ne peut être considérée que comme une substance existant à la surface des atomes et de laquelle émane la force répulsive; formule de la pression, $P = \frac{fTr^2}{\delta^3 - r^3}$, **36**.

Résumé des raisonnements qui ont conduit à cette formule, **37**.

Observation sur la variabilité du covolume, **38**. 44-78

ATTRACTION MOLÉCULAIRE.

La formule de la pression devient $P = \frac{fTr^2}{\delta^3 - r^3} - A$; dans l'état actuel des données expérimentales, A , attraction moléculaire, se présente comme indépendante de T , **39**, **40**. Formules pour la détermination des données élémentaires du gaz, **41**. 78-83

(DIGRESSION) SUR LA DÉTERMINATION EN VALEURS ABSOLUES DES NOMBRES,
DES DISTANCES ET DES MASSES DES ÉLÉMENTS.

	Pages.
Quand on connaît les anomalies de la loi de Mariotte, la solution de ce problème dépend de la détermination de la constante f de la répulsion; calcul de f en admettant la valeur moyenne de la distance élémentaire dans un gaz, évaluée antérieurement par divers physiciens, et indication des moyens de détermination directe de f , 42	84-88

CONTINUATION DE L'ÉTUDE DE L'ATTRACTION MOLÉCULAIRE.

Distribution d'une masse gazeuse dans un récipient; couche de condensation sensible et volume intérieur sensiblement homogène, 43 . Attraction de la paroi sur le gaz, 44 . Attraction du gaz sur la paroi; ce qui intervient dans l'équation d'équilibre de la paroi, 45 . L'attraction du gaz sur la paroi agit-elle, à la manière de l'attraction newtonienne, sur la masse de la paroi? Deux méthodes pour discuter cette question: 1° étudier les anomalies d'un même gaz dans des récipients de matières différentes (les éléments de discussion manquent); 2° comparer les valeurs de l'attraction du gaz sur une paroi, déduites des anomalies de la loi de Mariotte, et celles de l'attraction du gaz sur lui-même, déduites des chutes permanentes de température qu'il éprouve en passant, sans travail externe, d'une pression à d'autres pressions moindres. Si ces valeurs comparées sont du même ordre de grandeur, l'attraction du gaz sur la paroi ne sera pas une attraction exercée sur la masse de la paroi: ce sera une force de surface, comme la répulsion, 46 . Première application de la seconde méthode; calcul, par le travail des attractions déduites des anomalies de la loi de Mariotte, de la chute de la température de l'acide carbonique, passant sans travail externe d'une pression à une pression moindre, et comparaison du calcul et de l'expérience directe, 47 . Deuxième application; comparaison directe des valeurs de l'attraction déduites des anomalies de la loi de Mariotte d'une part, et, d'autre part, des expériences sur l'expansion du gaz, 48 . Conclusion: <i>La force attractive que l'on nomme attraction moléculaire n'agit pas de point matériel à point matériel, à la manière de l'attraction newtonienne; c'est une force qui, tout en émanant des atomes, s'exerce contre la surface des atomes environnants.</i> La force de répulsion est une <i>pression répulsive</i> , l'attraction moléculaire (il vaudrait mieux dire <i>atomique</i>), une <i>dépression attractive</i> , 49 . Figuration approchée de la manière d'agir de la répulsion et de l'attraction moléculaire dans un ensemble systématique d'atomes ou de molécules, 50 . On doit considérer l'ensemble des déductions précédentes relatives aux forces de répulsion et d'attraction, comme constituant une série de conditions auxquelles doivent satisfaire toutes les hypothèses particulières par lesquelles on chercherait à expliquer l'existence même de ces forces, 51	88-103
--	--------

CONSÉQUENCES DE L'EXISTENCE DES FORCES D'ATTRACTION ET DE RÉPULSION.

Pages.

L'existence de deux forces antagonistes, attraction et répulsion, renferme des conséquences générales indépendantes des lois particulières de leurs actions; ici l'une des forces, la répulsion, est à *intensité variable*; cette *intensité* est la température absolue; changements d'état des corps, **52**. Dissociation; formation des molécules; masse, forme; axes d'attraction et de répulsion; principe de la *solidité, dureté, cristallisation*; états gazeux, liquide, solide; phénomènes particuliers dus à la variation d'énergie des axes pendant la dilatation, **53, 54**. La *cristallisation* n'est que la dureté régularisée; la forme du cristal dépend: 1° de la distribution des centres élémentaires avant la formation (réseau tétraédrique); 2° de la forme des éléments; raison pour laquelle les cristaux sont terminés par des faces planes; plans de maximum d'action de la distribution initiale; *la forme du cristal ne représente nullement la forme même de la molécule du corps; dans le système cubique, la forme du cristal met en évidence la distribution des centres élémentaires avant la formation*; la combinaison des axes d'attraction moléculaires avec les plans et les lignes d'action maximum de la distribution initiale, rend compte de l'existence des six systèmes de cristallisation, **55, 56**. La théorie des tensions maxima des vapeurs se ramène au problème de mécanique rationnelle des états d'équilibre stables et instables, **57** 105-115

DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR.

Notion de la quantité de chaleur; calorique spécifique, **58, 59**. Relation entre la quantité de chaleur et la température absolue, par l'intermédiaire de la surface, **60**. Conséquences: la quantité de chaleur d'un élément composé est égale à la somme des quantités de chaleur de ses composants; *le calorique spécifique absolu d'un corps est proportionnel à la surface totale des atomes que contient ce corps dans l'unité de poids*, **61, 62**. La pression d'un gaz est proportionnelle à la température absolue et à la surface extérieure totale de ses éléments dans l'unité de volume; à la même pression et à la même température, deux gaz différents renferment, sous le même volume, des surfaces extérieures totales égales, **63**. La pression d'un gaz atomique est directement proportionnelle à la quantité de chaleur de ce gaz contenue dans l'unité de volume; à égalité de pression et de volume, deux gaz atomiques contiennent la même quantité de chaleur, et leurs caloriques spécifiques à volume constant sont égaux, **64**. Les propriétés précédentes résultent de la considération de l'élément géométrique de la *surface*; c'est encore cet élément qui détermine les rapports pondéraux de la combinaison des corps; on en verra la raison au paragraphe 96; ici on ne peut que constater le fait: *les « poids atomiques » des différents corps atomiques sont les quantités pondérales de ces corps qui renferment des surfaces totales égales*; les produits des poids atomiques par les capacités calorifiques doivent donc être les mêmes pour tous les gaz atomiques

(loi de Dulong et Petit); gaz moléculaires de même type, **65**. Remarques sur le fait de la *dissimulation* de la surface dans la *combinaison*; différence avec le *mélange*; résumé des conséquences du rôle de la surface; observation sur la manière de concevoir l'existence de la chaleur des atomes, **66, 67, 68** . . . 103-126

LOIS QUI LIENT LA QUANTITÉ DE CHALEUR A L'INTENSITÉ DE LA FORCE RÉPULSIVE.

Proportionnalité entre la *quantité de chaleur* et le *travail*, **69**. L'identification de la chaleur et de la force vive est une hypothèse nullement nécessaire, et sujette à des objections déjà exposées dans la discussion de la théorie cinétique, **70**. Ce en quoi se transforme *immédiatement* une force vive détruite au contact d'un corps est du travail et non de la force vive; la *proportionnalité entre le travail et la chaleur* (première proposition de la théorie mécanique de la chaleur) *n'est pas une propriété générale immédiate du travail d'une force quelconque*; elle concerne *exclusivement, comme relation physique immédiate, le travail de la force de répulsion*; cette *proportionnalité signifie qu'à tout travail, positif ou négatif, de la force répulsive émanée d'un élément, correspond une variation, négative ou positive proportionnelle, de la quantité de chaleur de cet élément*; l'étude des conséquences de ce principe se ramène, en première analyse, à la considération de la force de répulsion d'un élément sphérique, **71, 72**. Formules fondamentales, relatives à la force répulsive, constituant des relations entre la distance, le travail de la force, la température et la quantité de chaleur, **73**. Expression de la force de répulsion en fonction de son travail et en fonction de la distance, quand il n'y a ni addition ni soustraction de chaleur, **74, 75**. Loi qui lie le volume à la pression dans la détente d'un gaz, sans addition ni soustraction de chaleur (abstraction faite de l'attraction moléculaire), **76**. Cette loi s'applique aux gaz moléculaires comme aux gaz atomiques, **77**. Explication de l'abaissement de température d'un gaz qui se détend sans travail externe, **78** 126-138

DÉMONSTRATION DE LA SECONDE PROPOSITION DE LA THERMODYNAMIQUE.

Deux principes, qu'on devrait appeler *première* et *seconde* proposition de la théorie de la chaleur, résument la loi complète de la force répulsive : 1° la proportionnalité entre la quantité de chaleur et la température absolue; 2° la proportionnalité entre la quantité de chaleur et le travail, **79**.

Ce qu'on appelle « seconde proposition » de la thermodynamique est une conséquence complexe des propriétés de la force de répulsion définies par les principes précédents; démonstration d'un Lemme préparatoire, **80**.

Démonstration de la « seconde proposition » comme application du Lemme précédent, **81, 82, 83**.

Deux remarques, l'une sur la signification mécanique de la fonction intégrale nommée *eutropie* par Clausius, l'autre sur la réversibilité et l'irréversibilité des cycles, **84** 138-157

FORCE ÉLECTRIQUE ET ÉLECTRICITÉ. AFFINITÉ; DÉFINITION
DES « POIDS ATOMIQUES ».

L'ordre logique de la recherche conduit maintenant à l'étude de l'électricité, et d'abord à celle de l'électricité statique, **85**.

Le fait primitif et fondamental est la *polarité électrique* de contact; la force électrique est à *intensité variable*; substance électrique, **86**.

Conductibilité électrique; influence; les atomes doivent être considérés comme conducteurs; le vide, comme non conducteur, **87**.

Ce que signifie l'expression « mettre deux corps en contact »; la polarité électrique de contact est une fonction de la différence de constitution des deux corps en contact et de leur différence de température; cette fonction s'annule avec ces différences; en d'autres termes, cette polarité provient de ce que les actions des deux corps en contact, exercées par chacun d'eux sur l'autre, ne sont pas identiques, **88**.

La polarité de contact n'est pas due à l'attraction newtonienne, **89**. Il faut rejeter l'attraction atomique (attraction moléculaire) et admettre la force répulsive, en tant que cause principale du fait, **90, 91**.

La différence des forces répulsives se présente, par rapport à la polarité de contact, dans la relation de cause à effet; la différence caractéristique de potentiel de contact est une fonction de la différence des forces répulsives des corps en contact; elle est différente de zéro ou égale à zéro en même temps que cette dernière différence, que celle-ci provienne de la différence de constitution des corps, de leur simple différence de température ou de ces deux causes réunies, 92.

La polarité de contact a pour origine, en dernière analyse, un phénomène moléculaire; on constate ici une relation immédiate entre un phénomène moléculaire, qui ne s'exerce qu'en quelques points d'un corps, et un état physique affectant le corps tout entier, **93**.

Conception physique de la différence de potentiel due à l'inégalité des forces réciproques; *l'effet de l'inégalité des forces réciproques de surface est de faire apparaître sur chacune des deux surfaces en présence, par unité de surface, une quantité d'électricité déterminée, 94.*

Il doit exister une force attractive dépendante de la *différence* de constitution des éléments; cette force existe effectivement; c'est l'*affinité*, **95**.

Rapprochement inattendu que les déductions précédentes établissent entre la loi de Mariotte et celle du contact de Volta; *les poids qu'on appelle aujourd'hui « poids atomiques » sont les quantités pondérales des différents corps qui contiennent la même quantité de surface; les « poids atomiques » sont proportionnels aux densités des corps à l'état gazeux; l'interception de la force répulsive par la matière paraît être le principe qui limite l'étendue des formations moléculaires (atomicité), 96.*

Influence de l'inégalité des forces réciproques sur les conditions d'équilibre au contact de corps différents, **97**.

Cette inégalité doit être prise en considération dans le phénomène de l'endosse, et elle paraît suffire à en expliquer le trait fondamental, **98**.

Le manque d'équilibre au contact de corps différents, à première vue argument décisif en faveur des théories cinétiques, se trouve expliqué de lui-même, et devient une vérification, dans notre hypothèse des forces de surface, qui sont réciproques inégales, **99**.

Résumé des notions positives acquises jusqu'ici, et première vue de l'ensemble systématique des forces du monde physique; deux forces primitives, deux forces dérivées, **100, 101** 157-184

CHAPITRE II.

Phénomènes relatifs au déplacement de la substance.

CONDUCTIBILITÉ. ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE. MAGNÉTISME ET DIAMAGNÉTISME.
RAYONNEMENT. MAGNÉTISME TERRESTRE.

Deux grandes classes de faits, se rapportant à l'équilibre statique et à l'équilibre dynamique des forces; le premier chapitre a été consacré à l'étude de la première classe, et cette étude a déjà conduit à la conception du *système* des forces, objet de nos recherches; ce deuxième chapitre, exploration des grands ordres de faits dynamiques énumérés dans l'en-tête précédent, doit constituer une vérification des résultats du premier chapitre, **102**.

Différentes substances dont l'existence a été reconnue; observation sur l'ordre méthodique à suivre dans l'étude de leurs *déplacements*, **103, 104** . 185-187

CONDUCTIBILITÉ.

Examen des modes concevables du transport des substances *chaleur et électricité* :

a) par simple transport de la matière; *b)* par le contact "géométrique" des atomes, et en vertu d'un pouvoir expansif propre; *c)* pour la chaleur, par le travail des forces de répulsion, travail qui fait varier les quantités de chaleur des atomes, et, pour l'électricité, par les variations des différences de ces forces entre les atomes; *d)* par l'intermédiaire d'un milieu transcendant (Hirn); dans l'ordre logique, cette dernière hypothèse ne doit être admise qu'après la démonstration d'insuffisance des précédentes, **105**.

Dans la question de la *conductibilité des corps* pour la chaleur et l'électricité, *a)* et *b)* entraînent nécessairement la considération de *c)*, **106**.

Traits généraux du phénomène de la conductibilité : I. Parallélisme des conductibilités calorique et électrique; II. La conductibilité est fonction 1° de la distance des centres élémentaires, 2° de l'indépendance plus ou moins grande des éléments; III. Distinction entre la conductibilité proprement dite et le rayonnement, **107**.

I démontre que les deux conductibilités, calorifique et électrique, pro-

cèdent d'un même principe, indépendant de la différence de nature des deux substances manifestée par leurs lois d'action différentes; l'existence d'un semblable principe commun est effectivement spécifiée par la théorie actuelle; III conduit à la notion d'un *ether* matériel dont les atomes ne diffèrent pas en nature des atomes des corps; dans cet ordre d'idées, II devient concevable, **108**.

Résultat positif de ce premier examen de la conductibilité : 1° assignation d'une origine au parallélisme des conductibilités calorifique et électrique; 2° deux grands embranchements d'idées s'étaient présentés : l'un consistant à épuiser les conséquences des lois des mouvements de la matière, considérée comme seule substance douée d'inertie (hypothèses *a*, *b*, *c*) du § 105); l'autre à envisager l'existence d'un milieu transcendant ayant de nouvelles lois propres (hypothèse *d*) du § 105); le premier embranchement conduit, par l'étude de la conductibilité, à l'existence d'un *ether* matériel, non différent en essence de tous les autres corps, **109**.

Il y a lieu de distinguer entre elles les conductibilités des atomes, des molécules et des corps, **110** 187-200

ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE.

La force électrique est fonction du mouvement du point électrique dont elle émane; pour la matière et la chaleur, le mouvement du point substantiel paraît n'avoir aucune influence sur la loi d'action de la force; d'après l'expérience de Rowland, l'électricité dynamique est de l'électricité statique en mouvement de transport, **111**.

Ce que nous entendons par *courant électrique élémentaire*; *courant* proprement dit; l'action d'un point électrique sur un autre est une somme de deux fonctions dont l'une reproduit la loi électrostatique, dont l'autre dépend des mouvements des points substantiels et des variations de leurs quantités de substance, **112**.

Courant de la pile; son origine; il s'agit de déterminer le rôle de la différence de potentiel de contact et celui de l'action chimique, **113**.

L'action chimique est une fonction de la *différence* des éléments; par conséquent, sa notion implique déjà celle d'un état de polarité. L'idée de polarité est donc, dans l'ordre rationnel, antérieure à celle d'action chimique, et il est impossible de concevoir celle-ci sans supposer celle-là; la polarité est la cause première et nécessaire du courant de la pile; il faut découvrir maintenant pourquoi le courant et l'action chimique sont, d'après l'expérience, toujours concomitants? **114, 115**.

Ce que signifient les termes : il y a mouvement d'électricité en un point d'un corps; où *commence* le mouvement dans le courant de la pile, **116**.

Le mouvement d'électricité précède (théoriquement) l'action chimique, **117**.

L'idée d'une force due au simple contact et entretenant le mouvement de

l'électricité dans un conducteur fermé n'est nullement en contradiction avec le principe de la conservation de l'énergie, **118**.

Il doit exister une cause ayant à la fois pour effets : 1° de rendre différente de zéro la somme des différences de potentiel dues à la polarité de contact dans une chaîne fermée; 2° de déterminer l'action chimique quand le courant, dû au premier effet, existe, **119**.

Cette cause existe effectivement; sa définition; ce qu'il faut entendre mécaniquement par la prédisposition à l'action chimique, **120**.

La chaleur produite par le passage du courant est une conséquence immédiate de la loi de la force répulsive, si elle détruit la force vive d'une matière en mouvement dans le conducteur sous l'action de la force électrique, **121, 122**. 200-215

MAGNÉTISME ET DIAMAGNÉTISME.

Polarité magnétique; aimants; lien entre le magnétisme et l'électricité révélé par l'expérience d'Oersted; l'action d'une molécule aimantée est celle d'un petit courant circulaire; l'expérience ne fait découvrir l'existence d'aucun courant électrique longitudinal dans l'aimant (*), **123, 124, 125**.

Les courants circulaires de l'aimant ne peuvent être dus qu'à la rotation de molécules électrisées, **126**.

La rotation d'une de ces molécules est indéfectible et constante, car son courant est indéfectible et constant; son origine ne peut se trouver que dans la constitution même de la molécule, considérée isolément, **127**.

Cette indéfectibilité de la rotation conduit nécessairement à l'existence de forces intérieures à la molécule, réciproques inégales, **128**.

La constance de la vitesse angulaire de rotation résulte de l'existence d'un état d'équilibre dynamique, entre les forces intérieures et la force centrifuge, pour lequel le moment de rotation est égal à zéro; le courant circulaire résultant du transport circulaire de l'électricité du système est indéfectible et ne dégage pas de chaleur, **129, 130**.

Examen analytique de l'équilibre précédent, **131**.

Influence des liens moléculaires sur la rotation, **132**.

L'existence du magnétisme permanent peut être considérée comme une démonstration de l'existence des forces réciproques inégales (**), **133**. . . 215-231

(*) On n'élimine point par là l'hypothèse possible d'une circulation *matérielle* continue, entretenue dans et autour de l'aimant par la rotation indéfectible même qui va être attribuée à ses molécules.

(**) Il est vraisemblable que les atomes dont il est question au commencement du § 129, et qui donnent lieu au moment de rotation différent de zéro, appartiennent, dans l'acier, au carbone.

Diamagnétisme.

Pages.

L'orientation, par un champ inducteur, de courants circulaires préexistants ne peut expliquer le diamagnétisme, **134**.

Le diamagnétisme suppose une force qui fait constamment naître des conditions mécaniques dont constamment aussi elle empêche le maintien; si tous les atomes d'une molécule sont au repos, un champ constant ne donnera lieu à aucun mouvement; mais les atomes doivent, pour des raisons indiquées, quand l'équilibre statique est possible, être dans un continuel état d'oscillation autour de leurs positions d'équilibre, **135**.

Le plan de la ligne d'oscillation rectiligne d'un atome électrisé et de la ligne de force du champ (supposée rectiligne) qui passe par la position d'équilibre, tend à tourner dans un sens déterminé autour de cette ligne de cette force; une molécule peut par là acquérir une rotation et constituer un courant circulaire; examen sommaire du fait, **136**.

Analyse de ce mouvement de rotation en partant d'une oscillation elliptique (*), **137**.

Le pôle induit est toujours de même nom que le pôle inducteur; l'explication précédente établit, comme théorème général de mécanique, qu'un champ magnétique tend à développer le diamagnétisme dans tous les corps qui y sont plongés; néanmoins la règle peut présenter des exceptions; des combinaisons particulières de conséquences du principe précédent permettraient de concevoir l'établissement d'une polarité paramagnétique temporaire, **138**.

Résumé : hypothèses mécaniques nécessaires pour expliquer : 1° le diamagnétisme; 2° le magnétisme temporaire; 3° le magnétisme permanent, **139**.

L'explication mécanique précédente du diamagnétisme est ici présentée comme une conséquence nécessaire des idées antérieurement établies; elle signale une cause qui intervient, tout au moins pour une part, dans le phénomène (**); observation sur le point de vue dans lequel on considère tous les corps, comme paramagnétiques et le diamagnétisme comme une fonction de la différence des coefficients d'induction des milieux, **140**.

La question du *rayonnement* doit suivre, dans l'ordre rationnel du sujet, celle du magnétisme et précéder celle du magnétisme terrestre, **141** . . . 231-232

(*) On a cru devoir conserver dans la première partie de la question (pp. 238 à 240) les calculs qui résultent de l'application de la méthode générale de la variation des constantes arbitraires, parce qu'ils font connaître la vitesse de rotation du grand axe de l'ellipse, qui conduit ensuite à la solution simple obtenue en faisant varier le paramètre même de la force centrale $f(\rho)$.

(**) C'est-à-dire qu'on n'élimine point par là l'action partielle possible d'une circulation matérielle (d'éther) provoquée par les rotations des aimants; mais les expériences nous font encore défaut pour discuter dans cet ouvrage la part d'effet sensible de cette cause.

RAYONNEMENT.

Le *rayonnement* est un fait général que mettent en évidence la lumière, la chaleur, le son et même l'électricité; sa loi générale; en quoi il diffère des modes d'action des forces dont jusqu'ici nous avons reconnu l'existence; le milieu qui le transmet présente le caractère d'inertie de la matière; sa vitesse de transmission est finie; son intensité est fonction du temps, **142**.

Réfraction; dispersion, **143**.

L'analogie du rayonnement acoustique et des autres espèces de rayonnement conduit tout d'abord à la notion de l'*éther* matériel, analogue en nature aux gaz, **144**.

L'homoédrie peut être réalisée dans un tel milieu, à centres isolés; et on ne trouve pas dans la considération de l'isotropie une raison suffisante pour ne pas admettre la possibilité de ce milieu, **145, 146**.

La loi de la force répulsive explique qu'une même force puisse agir dans les gaz, maintenus à température constante, suivant la loi de Mariotte, c'est-à-dire en raison inverse du cube de la distance, et, dans l'éther, suivant l'inverse de la sixième puissance; vérification qui se tire de la loi de la composition des gaz de Gay-Lussac, **147**.

Petitesse de la densité de l'éther; la force répulsive doit satisfaire à la condition de constituer un fluide qui, avec une densité immensément petite, présente une expansibilité et une vitesse de propagation des vibrations immenses; cela a lieu, en effet, grâce à la propriété de cette force d'émaner non des masses, mais des surfaces des éléments, **148, 149**.

Effet d'écran géométrique produit par la masse du fluide, ou examen de l'obstacle que pourrait opposer directement la surface des atomes d'éther à la transmission de la force répulsive émanée d'autres éléments plongés dans ce fluide, **150**.

En résumé, la force répulsive renferme parmi ses conséquences l'existence d'un éther matériel tel que l'admet la théorie actuelle de la lumière; ni cet éther, ni des mouvements de cet éther ne sont l'origine ni de la chaleur ni de l'électricité; il constitue un corps plus subtil mais de la même essence que les corps ordinaires, et ses éléments sont sollicités par les mêmes forces qui sollicitent les éléments de tous les autres corps, **151, 152**.

Conditions d'existence de l'éther matériel dans les corps, **153**.

Lois générales de la propagation des vibrations de l'éther dans les corps; origine du rayonnement, **154, 155**.

Effet lumineux et effet calorifique du rayonnement; la loi de l'intensité de la chaleur rayonnante en raison inverse du carré de la distance résulte d'une combinaison simple et remarquable de la loi de décroissance de la force vive, inverse du carré de la distance, et de la première proposition de la thermodynamique, **156**.

Rappel des phénomènes de la réfraction et de la dispersion du rayonnement, **157**.

Nature des vibrations de l'éther; deux hypothèses possibles à cet égard, **158, 159.**

On est conduit à conclure, en confirmation d'une opinion de Fresnel, que des vibrations longitudinales sont produites à l'origine du rayonnement (*), mais ensuite détruites ou transformées en vibrations transversales; dans notre ordre d'idées, on trouve effectivement une cause capable d'expliquer la destruction de la force vive des vibrations longitudinales; elle réside dans la nature de la force répulsive, dont le travail négatif se transforme en chaleur, **160, 161.**

Un phénomène permet de faire quelques pas dans l'étude du rayonnement électrique : c'est la déviation du plan de polarisation d'un rayon lumineux par un champ magnétique, **162.**

Dans notre ordre d'idées, ce phénomène implique l'action du champ magnétique sur des atomes en mouvement, **163.**

Cette action effective suppose que les atomes dont il s'agit ont une densité électrique différente de zéro; la conception la plus naturelle du fait consiste à considérer la rotation du plan de polarisation comme le *diamagnétisme de l'éther*, **164, 165.**

Il s'agit alors d'une action immédiate du champ magnétique sur les rayons lumineux; expérience de M. Kerr; on peut néanmoins concevoir la rotation du plan de polarisation comme un effet médiat dû à l'action directe du champ sur les éléments du corps que traverse la lumière; théoriquement, ces deux causes, l'une immédiate, l'autre médiante, doivent être considérées comme existant simultanément, **166.**

Remarque concernant une explication mécanique du principe de la théorie de Fresnel sur la polarisation rotatoire, **167.**

Examen plus général de la question du rayonnement électrique, dans l'hypothèse d'un éther matériel; analyse du mouvement en considérant le milieu comme continu et en introduisant les composantes de courant et les actions électro-dynamiques qui proviennent des mouvements de la matière électrisée, **168, 169, 170, 171.**

Une onde électro-magnétique accompagne une radiation donnée de l'éther, et elle a pour vitesse de propagation celle de la lumière et de la chaleur rayonnante de cette radiation; la loi « dans un milieu donné, le produit de la vitesse de la lumière par la racine carrée du coefficient d'induction électrique est égal au rapport des unités », n'est qu'approchée, **172.**

D'après la théorie, le coefficient d'induction est, en général, plus grand que le carré de l'indice de réfraction, **173.**

La variation du coefficient d'induction, en fonction du temps, implique l'existence d'une structure moléculaire complexe du diélectrique, **174.**

Interprétation des faits corrélatifs : a) le rapport des unités est égal à la vitesse de la lumière; b) la vitesse de la lumière est la vitesse commune que

(*) Pour soutenir qu'il n'y a, à l'origine, que des vibrations transversales, on serait réduit à soutenir que les éléments des corps n'ont que des rotations autour de leurs centres immobiles.

doivent posséder deux molécules électriques pour que leur attraction électrodynamique égale leur répulsion électrostatique, **175**.

Analyse du phénomène de la polarisation rotatoire magnétique dans l'hypothèse de l'éther matériel. La théorie rend compte de la loi approchée suivant laquelle la rotation du plan de polarisation est en raison inverse du carré de la longueur d'onde; elle explique en même temps pourquoi le produit de la vitesse angulaire par le carré de la longueur d'onde n'est pas rigoureusement constant, mais est d'autant plus grand que cette longueur est plus faible, **176**.

Après avoir étudié l'hypothèse de l'éther matériel au point de vue des phénomènes qu'il présente dans les corps, il faut l'examiner maintenant au point de vue de ses conditions d'existence dans les espaces interstellaires. Examen des deux objections présentées par Hirn, dans son ouvrage sur la *Constitution de l'espace céleste*, contre l'existence de l'éther matériel, **177**.

La première objection est fondée sur ce qu'il n'y a aucune différence sensible entre l'observation et le calcul des mouvements des globes, quand on suppose égale à zéro la résistance du milieu; cette objection a un caractère purement négatif; il faudrait, pour lui donner force démonstrative, que quelque autre considération eût assigné à la densité de l'éther supposé une valeur minimum, et que cette valeur fût trop grande pour permettre d'expliquer, quand on en tient compte, la concordance entre le calcul et l'observation, **178**.

La seconde objection constitue un essai de réfutation de l'explication suivant laquelle la résistance de l'éther serait négligeable, parce qu'il serait entraîné lui-même dans les mouvements de gravitation des globes; elle consiste à dire que ce mouvement de l'éther est impossible, attendu que le frottement de ses couches les unes sur les autres, en anéantissant leurs vitesses relatives, conduirait toujours à un état d'équilibre hydrostatique du fluide dans lequel il y aurait résistance au mouvement des globes; examen de l'effet du frottement du fluide : a) dans un fluide, milieu continu, le frottement ne peut exercer d'action qu'aux points où la vitesse est discontinue; b) même en introduisant dans le cas précédent la considération de couches dont tous les points ont la même vitesse et dont l'épaisseur n'est pas infiniment petite, on ne pourrait pas regarder le frottement comme tendant toujours à établir l'égalité des vitesses de ces couches; c) dans le cas d'un fluide discontinu, comme l'éther matériel, le frottement de deux couches agit comme une force périodique et la différence des vitesses peut subsister, **179**.

Non seulement l'éther est en mouvement, ce qui enlève sa raison d'être à la première objection de Hirn, mais il n'a pas atteint un état de mouvement permanent, ce qui empêche de rien conclure dans le point de vue de la seconde; il n'existe pas, dans l'ordre des phénomènes célestes, d'argument décisif contre l'existence de l'éther matériel, **180**.

La solution des difficultés que pourrait soulever l'existence de l'éther matériel interstellaire, quant à la résistance qu'il pourrait opposer au mouvement des globes, se trouve précisément dans l'idée que combat la seconde objection de Hirn; l'éther, corps matériel, doit graviter comme toute la

TABLE DES MATIÈRES.

711

Pages.

matière de l'univers; conception de l'univers matériel continu à laquelle conduit la considération précédente, **181, 182.**

Résumé de nos déductions relatives au rayonnement; dans l'état actuel de la science, rien n'oblige à renoncer à l'idée de l'éther matériel, identique en substance à tous les autres corps; l'ordre logique de la recherche impose la poursuite de toutes les conséquences de cette hypothèse possible; on va lui voir jouer un rôle essentiel dans la physique des globes, **183, 184 . . .** 252-330

MAGNÉTISME TERRESTRE.

Champ magnétique terrestre; le système, entraîné avec la terre, qui donne lieu au terme moyen du phénomène, peut être assimilé à un ensemble continu d'éléments magnétiques, dont chacun agit suivant la loi élémentaire d'un aimant infiniment petit; théorie de Gauss; le système moyen des masses magnétiques est intérieur à la surface de la terre, **185, 186, 187.**

Le problème du magnétisme terrestre, au point de vue statique, peut être considéré comme résolu. La difficulté de la théorie vient de ce qu'il s'agit d'un système électro-magnétique à état variable; différentes espèces de variations des lignes de force; dans la première étude que contient cet ouvrage, on ne s'occupera spécialement que de la variation séculaire et de la variation diurne, **188, 189.**

Éléments qui interviennent dans la position mathématique de la question, **190** 330-333

Équations générales du champ.

Établissement de ces équations, **191, 192, 193, 194, 195.**

Les relations les plus générales qui existent entre les éléments du champ étant établies, il convient de fixer les idées sur les causes des deux variations fondamentales, diurne et séculaire, **196** 333-344

Variation diurne.

L'application de la méthode de Gauss à la variation diurne paraît établir que les masses magnétiques hypothétiques qui la produiraient seraient, en général, extérieures à la terre, **197.**

La variation diurne a pour cause un système de courants dont le lieu moyen est, en général, dans l'atmosphère; méthode pour déterminer l'allure de la circulation constituée par l'ensemble de ces courants; lois de la marche diurne du *plan du courant*, c'est-à-dire du plan, passant par le lieu considéré, qui contient le courant indéfini dont l'action est, en chaque instant, équiva-

lente à la résultante du système des courants de la variation diurne; ces courants paraissent émerger d'une région de potentiel maximum voisine de l'équateur, et située en arrière du soleil au cours de la marche diurne de celui-ci, **198, 199.**

Cette région de potentiel maximum a pour origine un *rayonnement électrique* du soleil, **200.**

La théorie du champ électro-magnétique permet de comprendre comment l'interception du rayonnement électro-magnétique du soleil peut donner lieu à une variation de potentiel électrostatique, **201**

344-353

Variation séculaire.

Sa marche en un point déterminé de la terre, **202.**

Ses caractères déduits de l'ensemble des variations en différents lieux, **203.**

Hypothèses possibles relatives à la nature spéciale du magnétisme moyen de la terre, **204.**

L'hypothèse la plus probable est celle d'un magnétisme rigide propre à la terre, **205.**

On verra plus loin qu'il existe une variation séculaire dépendante d'un état dynamique de l'électricité du globe; dans l'ordre logique de la recherche, nous avons ici à examiner, au point de vue d'une variation de cet ordre, les conséquences des variations possibles du magnétisme rigide lui-même, **206.**

Deux points de vue, desquels on doit envisager le phénomène de l'induction magnétique : *intensité et direction*; le déplacement séculaire du magnétisme moyen de la terre peut être regardé comme un cas particulier du phénomène du déplacement de l'axe magnétique d'un corps uniformément aimanté en mouvement dans un champ extérieur; expériences faites à ce sujet, **207.**

Calcul du mouvement de précession de l'axe magnétique d'un disque uniformément aimanté tournant dans son plan, dans un champ extérieur uniforme, parallèle à ce plan et immobile, en s'appuyant sur les données expérimentales et en ramenant la considération du disque à celle d'un aimant élémentaire, **208.**

Interprétation de la cause pour laquelle la précession de l'axe se fait en sens inverse de la rotation du système, **209.**

Calcul analogue relatif au mouvement de l'axe magnétique d'une sphère uniformément aimantée tournant autour d'un axe incliné sur l'axe magnétique, **210.**

Calcul du mouvement de l'axe magnétique d'une molécule entraînée dans le mouvement de rotation d'un corps et soumise à l'action d'un champ extérieur, dans l'hypothèse où le magnétisme de cette molécule est constitué par la rotation de la molécule autour d'un axe qui lui est propre, **211.**

On arrive de toute façon à mettre en évidence l'existence d'un terme de

Pages.

précession magnétique de signe contraire au mouvement de rotation du corps dans le champ extérieur; on a considéré l'aimant élémentaire ou la molécule magnétique des cas précédents comme isolés; pour tenir compte de l'influence des liens moléculaires, il faut introduire la considération d'une résistance interne qui agit sur l'axe magnétique, axe entraîné dans le mouvement de précession par la force perturbatrice du champ extérieur, **212**.

Effet de cette résistance sur le mouvement des molécules considérées comme des aimants, **213**.

Calcul analogue pour les molécules supposées en rotation autour d'axes propres, **214**.

L'existence d'une précession magnétique est une conséquence mécanique générale qui subsiste dans tous les cas, **215**.

Application des résultats précédents à la terre; le déplacement séculaire du magnétisme terrestre conduit à conclure que la terre se meut dans un champ magnétique extérieur; ce champ est celui du soleil électrisé et en rotation, **216**.

Observation relative à l'existence de plages magnétiques terrestres ayant, sous l'action de la cause précédente, des mouvements séculaires différents, **217**.

354-378

Combinaison des données précédentes.

En possession des données précédentes, il faut les introduire dans les équations générales du champ; position générale du problème; tout d'abord il convient de rapporter ces équations générales à des axes solidaires avec la terre, **218**.

Équations du champ rapporté à des axes animés d'un mouvement de rotation uniforme, **219**.

La combinaison de la rotation de la terre conductrice et de son aimantation se présente comme la cause d'un état d'équilibre électrique statique du globe; dans cet état de polarité, la partie interne est négative; à l'intérieur du conducteur, quoique la force électromotrice soit nulle, cependant la densité de l'électricité libre est différente de zéro, **220, 221, 222**.

La possibilité de l'équilibre subsiste dans un milieu diélectrique ou formé de conducteurs et de diélectriques; il est encore concevable dans le cas où l'on embrasse simultanément l'équilibre des éléments matériels et celui de l'électricité; mais, pour une force motrice du champ *donnée*, l'équilibre des éléments matériels n'est généralement pas possible (voir plus loin, à cet égard, le § 255), **223**.

Indication de ce qui reste à faire pour compléter les équations de la physique du globe, en combinant les équations du champ thermique avec celles du champ électro-magnétique; dans ce travail, on doit se borner à donner par leurs traits principaux les solutions des deux parties, statique et dynamique, du problème, **224**.

378-396

Partie statique.

Pages.

Rappel de l'effet de la rotation et de l'aimantation du globe; l'existence de l'aimant intérieur qui détermine la charge électrique permanente de la terre, l'empêche aussi d'être superficielle seulement; elle lui fait occuper une portion déterminée du volume de la terre, **225**.

Effet de la séparation des électricités et de la rotation de la terre; un corps conducteur en rotation dans un champ magnétique devient un solénoïde, c'est-à-dire agit comme un aimant; théorie de MM. Perry et Ayrton sur l'origine du magnétisme moyen de la terre, **226**.

Le magnétisme séculaire de la terre équivaut non pas à celui d'un seul aimant, mais à celui de deux aimants; le plan déterminé par l'axe géographique et l'axe magnétique n'a pas seulement une signification géométrique; il se distingue physiquement de tous les autres méridiens de la terre, **227**.

La loi exacte des valeurs extrêmes des forces magnétiques dans ce plan (plan de symétrie des lignes de force et des intensités de la force) dépend de la distribution spéciale du magnétisme de la terre; examen de leur distribution dans le cas particulier du système de deux aimants proprement dits, dont la distance des pôles est très petite, **228**.

L'observation confirme dans ses traits généraux la déduction théorique qui assimile la terre magnétique à un système de deux aimants dont les axes sont inclinés l'un sur l'autre d'un angle d'environ 23°, l'un d'eux coïncidant avec l'axe de rotation; définition du *méridien magnétique séculaire* ou *méridien magnétique principal* de la terre, **229**.

Résumé de la partie statique du système électro-magnétique de la terre; la cause principale qui trouble cet équilibre et le transforme en équilibre dynamique est le rayonnement électro-magnétique du soleil, **230**. . . . 396-409

Partie dynamique.

Cette partie comprend : *section A*, les mouvements de l'électricité dans les conducteurs; *section B*, les mouvements des éléments matériels, **231**.

Section A.

Magnétomètres et électromètres; leurs indications s'accordent pour démontrer que le rayonnement électro-magnétique du soleil exerce une action modificatrice sur l'état électrique interne du globe; son effet immédiat consiste en une diminution du potentiel négatif, **232**.

Section B.

L'étude des mouvements matériels peut avoir pour objet : 1° la partie solide du globe (déformation); 2° les liquides; 3° les gaz; 4° l'éther matériel; l'étude de l'atmosphère doit suivre celle de la terre proprement dite, **233, 234.**

Relief du globe; il doit être envisagé : 1° au point de vue mécanique; 2° au point de vue géométrique de la forme de ses grandes lignes de soulèvement et de sa section par une surface de niveau (celle des mers), **235.**

Au point de vue mécanique, le relief, *frissonnement* de la surface d'ordre de grandeur insignifiant par rapport au globe entier, se présente comme l'effet de forces qui n'ont agi qu'après que les conditions fondamentales d'existence de la terre, sa rotation et sa forme ellipsoïdale, étaient acquises, **236.**

Les grands caractères géométriques, nettement indiqués par Brück, se résument par l'existence de deux plans méridiens à angle droit (europo-africain-polynésien et asiatique-australien-colombien); les soulèvements méridiens de l'un d'eux (asiatique-australien-colombien) sont contournés en forme d'S, **237.**

Le cercle normal au méridien asiatique-colombien, qui passe par le centre de l'S colombien et de l'S asiatique-australien, c'est-à-dire aussi par les régions de moindre étendue soulevée, est élevé vers le nord du côté de l'S colombien, abaissé vers le sud du côté de l'S asiatique, **238.**

Traits frappants d'analogie entre la distribution géométrique des continents et celle du système électro-magnétique de la terre, **239.**

Le magnétisme de la terre se présente comme la cause déterminante de son relief; l'explication de quatre grands faits doit tout d'abord servir de criterium à une théorie exacte : distribution méridienne des continents; courbure des méridiens soulevés en forme d'S; prédominance des étendues continentales dans l'hémisphère nord; crêtes de soulèvement suivant les parallèles des régions de latitude moyenne, **240.**

L'origine du relief réside dans un état dynamique d'organisation de l'intérieur du globe; l'un des facteurs de cette organisation consiste dans le mouvement d'un fluide matériel qui ne peut être, dans notre ordre d'idées antérieur, que l'éther du globe, **241.**

L'éther matériel peut se déplacer dans le globe, **242.**

L'éther en mouvement peut exercer sur les éléments des corps : 1° un effet mécanique immédiat par sa pression; 2° un effet médiat par l'intermédiaire de la chaleur qui résulte de la destruction de sa force vive, **243.**

On a à résoudre le problème des mouvements d'un fluide, tel que l'éther, dans les espaces intermoléculaires d'une sphère en rotation, et relativement à des axes entraînés avec elle; énumération des forces qui sollicitent le fluide (*), **244.**

(*) On fait abstraction, dans cette analyse, de la considération de la circulation possible d'éther qui peut être provoquée dans l'éther ambiant par la terre, comme par tout aimant proprement dit, dans la supposition des rotations moléculaires. Les résultats de cette analyse sont dès lors indépendants de cette supposition.

Le rayonnement électro-magnétique du soleil agit comme force perturbatrice, **245**.

On considérera ici comme point de potentiel maximum d'une couche sphérique donnée celui qui a le soleil au zénith; il ne faut pas tenir compte, dans une première solution du problème, de l'influence de la variation de distance du soleil à la terre sur l'intensité du rayonnement; c'est-à-dire que l'on devra considérer comme constamment identique à lui-même, en intensité et en distribution, le potentiel perturbateur ordonné par rapport au rayon terrestre qui passe par le soleil, **246**.

Le terme moyen ou principal de la *force motrice du champ*, dont on a tout d'abord à étudier les effets, résulte du produit des parties de la *force électromotrice* qui sont dues respectivement au magnétisme moyen de la terre et au potentiel par rayonnement; ce produit représente ce qui, dans la force perturbatrice, dépend du magnétisme moyen du globe, **247**.

Équation générale du mouvement du fluide matériel; on ne tiendra compte que de la première puissance de la force perturbatrice, **248, 249**.

Transformation des formules en coordonnées géographiques, **250**.

La force perturbatrice est une fonction de la distance zénithale du soleil; expression de cette distance, **251**.

La distance zénithale du soleil en un point donné a des variations diurnes, annuelles et séculaires; il en est de même des composantes de la force perturbatrice et de l'état dynamique du fluide, caractérisé, en chaque point, par les composantes de sa vitesse et par sa densité, **252, 253**.

Nous avons spécialement, dans cet ouvrage, à nous occuper de la détermination du mouvement séculaire du fluide, **254**.

L'état dynamique du fluide ne provient pas seulement de ce que la force perturbatrice est une fonction du temps; même en supposant cette force constante, l'état statique est, en général, impossible; ceci est un cas particulier d'une propriété mécanique relative aux actions simultanées exercées sur un fluide par des forces motrices dont les unes sont proportionnelles à la densité du fluide et les autres indépendantes de cette densité; distinction radicale qui s'établit à cet égard entre les effets de *marée* dus à l'attraction newtonienne des astres et les effets de *circulation* auxquels peut donner lieu leur rayonnement; autres remarques relatives à la variation séculaire de la vitesse du fluide suivant les parallèles de la sphère, aux variations de la densité et de la vitesse dans les différents points d'un même parallèle, enfin à l'influence de la *résistance*, offerte par le conducteur au mouvement du fluide, sur le retard des périodes de ce mouvement relativement aux périodes de la force perturbatrice, **255**.

L'intégration des équations peut se ramener à celle de deux équations aux dérivées partielles du second ordre, de deux inconnues par rapport à trois variables indépendantes; on intégrera dans le cas général pour lequel, dans l'état d'équilibre, c'est-à-dire abstraction faite de la force perturbatrice, la distribution de la densité du fluide est de révolution par rapport à l'axe de la terre; la *résistance* de celle-ci est d'ailleurs supposée constante sur la circonférence de tout parallèle, **256, 257**.

Calcul des composantes de la force perturbatrice; on se placera successivement dans les deux cas extrêmes d'un fluide très peu expansif et d'un fluide très expansif, **258, 259, 260, 261, 262.**

Mouvement séculaire dans le cas d'un fluide infiniment peu expansif, **263, 264.**

La densité du fluide et la vitesse, en chaque point, sont soumises à une période séculaire qui est celle du mouvement du périégée en longitude; pour la vitesse, il existe une différence de phase qui dépend de la résistance du conducteur, **265.**

Calcul des fonctions des coordonnées géographiques que contiennent les expressions de la densité du fluide et des composantes de la vitesse, **266, 267.**

Distribution de la densité et de la vitesse en fonction de la latitude et de la distance au centre de la terre, **268.**

Mouvement séculaire dans le cas d'un fluide extrêmement expansif; c'est le cas de la nature; en négligeant d'abord, par première approximation, les grandeurs de l'ordre de l'inverse du coefficient d'expansibilité, on peut considérer le fluide comme ayant, à chaque instant, sa densité distribuée d'après une condition d'équilibre entre sa pression et la force perturbatrice, **269.**

La variation de la densité est proportionnelle au potentiel de la force perturbatrice du champ; distribution de cette variation sur les deux hémisphères; la terre est partagée, à cet égard, en quatre compartiments; cette distribution elle-même varie et repasse par les mêmes états après une période égale à celle du mouvement du périégée en longitude, **270, 271, 272.**

En introduisant maintenant les quantités de l'ordre de l'inverse du coefficient d'expansibilité, l'équilibre précédent se transforme en mouvement de circulation continu; calcul des composantes de la vitesse en chaque point; sens de la circulation, **273, 274.**

Autre manière de traiter les équations, dans ce même cas d'un fluide très expansif, en partant de la considération de l'établissement d'un mouvement permanent; influence des variations de la pression qui naissent de celles de la vitesse, **275, 276.**

Appréciation de l'ensemble de la circulation terrestre, **277.**

Remarques relatives à la vitesse du fluide suivant les parallèles, **278, 279.**

Effets dus à la résistance du conducteur, **280.**

Mouvements de la partie solide du globe, **281.**

On peut considérer comme certain, par le seul principe d'exclusion des hypothèses, que le relief de la terre est un effet de son état dynamique de circulation interne, **282.**

La circulation séculaire est dissymétrique entre les deux hémisphères, **283.**

Le caractère d'hétérogénéité systématique de la circulation devra se traduire dans la distribution du relief, **284.**

Variation de la circulation en longitude; origine de la distribution méridienne des continents, **285.**

Origine de la courbure en S des soulèvements méridiens, **286.**

Distribution à angle droit des méridiens de soulèvement, **287.**

La théorie doit expliquer encore l'existence des crêtes parallèles de soulèvement des régions moyennes; tracé de ces crêtes en Asie, en Australie et dans les Amériques, **288.**

Les crêtes parallèles mettent en évidence l'abaissement vers le sud du système asiatique-australien comparé au système colombien diamétralement opposé, **289.**

Les crêtes parallèles se retrouvent aussi dans le système européen-africain-polynésien, **290.**

La théorie rend compte de l'existence des crêtes parallèles de soulèvement, **291, 292.**

On peut admettre 1° comme question de fait, l'existence d'un parallélisme complet entre la distribution du fluide interne et celle du relief; 2° comme vérité établie que la première distribution est la cause déterminante de la seconde, **293.**

Remarques relatives à la prédominance des étendues continentales dans l'hémisphère nord, et au rôle que joue en géologie l'idée de la transformation de la force vive du fluide interne en chaleur et de cette chaleur en travail, **294.**

Lorsque la circulation du fluide a produit la déformation de l'écorce ou le relief, cette déformation permanente devient une cause de variations de la circulation elle-même, à la fois fonctions du temps et du lieu, **295.**

La variation séculaire du magnétisme a pour cause possible non seulement la variation d'orientation de l'aimant terrestre proprement dit, mais encore des variations séculaires de la circulation, circulation qui intervient dans les équations du champ magnétique, **296.**

A la variation séculaire fondamentale de la circulation, dépendante de la périodicité de l'orbite terrestre, s'ajoutent, en nombre infini, des fluctuations dépendantes de la combinaison du mouvement de rotation de la terre et des mouvements de révolution du soleil (et de la lune); observations et remarques relatives à ces nouvelles périodes, **297, 298.**

409-515

Météorologie.

L'étude de l'atmosphère suit, dans l'ordre rationnel du sujet, celle de la terre proprement dite; le système dynamique atmosphérique se compose des mouvements de trois fluides principaux: l'air, l'eau et l'éther matériel, **299.**

Énumération des forces qui sollicitent un élément de l'un quelconque de ces fluides, **300.**

Les indications du baromètre, sur toute la surface terrestre, mettent en évidence la loi de la distribution de ces forces, **301.**

Examen de cette distribution des pressions d'après les moyennes annuelles de la hauteur barométrique, **302**.

Ce n'est pas la température seule, c'est aussi la force motrice du champ terrestre qui intervient comme force principale dans la détermination du système des pressions; *l'existence des crêtes parallèles de soulèvement et celle des zones parallèles de maximum de pression ont une origine commune, la force motrice du champ magnétique*, **303, 304**.

Ce qui précède concerne l'état moyen des pressions de l'atmosphère; son état dynamique est défini par les mouvements des trois fluides énumérés au § 299; s'il s'établit dans ces fluides des systèmes de circulation continue, les vitesses moyennes de ces circulations doivent être, toutes autres choses égales, d'ordres de grandeurs inverses de leurs densités, **305, 306**.

Conditions mécaniques de la circulation atmosphérique de l'éther, **307**.

Conditions mécaniques de la circulation pour l'air et la vapeur d'eau; la force motrice du champ combinée avec la pesanteur n'équilibre pas rigoureusement, en général, la pression de ces fluides; c'est pour cela qu'il existe, dans le système moyen des pressions, des mouvements anticycloniques et cycloniques permanents, **308**.

Examen de la distribution des pressions journalières, données par les cartes du temps; la pression est une fonction très complexe de la longitude et de la latitude; elle présente des points de maximum et de minimum; le sens général du mouvement relatif de l'air est déterminé par la variation de la pression et par la force centrifuge composée; la circulation continue sous l'influence d'une distribution constante de la pression, indique l'existence d'une force motrice indépendante de la masse qu'elle sollicite, **309**.

La force qui détermine (en terme principal) la distribution journalière des pressions, c'est la force motrice du champ terrestre, **310**.

Dans l'ordre logique du sujet, il faut tout d'abord examiner à cet égard les effets de la force d'induction unipolaire, **311**.

Énumération de quatre faits qui caractérisent la variation journalière du champ barométrique, **312**.

Premier fait consistant en ce que le champ barométrique est une fonction variable des coordonnées et du temps; mécanisme par lequel, en vertu de l'induction unipolaire, les variations de la circulation matérielle de l'éther déterminent des variations correspondantes dans la pression atmosphérique, **313**.

Explication du deuxième fait: influence apparente des lignes géographiques de la surface du globe sur la distribution et le déplacement du système des pressions, **314**.

Explication du troisième fait: variation annuelle du système des pressions, **315**.

Quatrième fait: déplacement systématique du champ barométrique, caractérisé par le mouvement des dépressions en longitude; deux hypothèses se présentent, **316**.

La première de ces hypothèses, celle d'une force motrice qui s'exerce

directement sur les éléments gazeux pour déplacer tout un ensemble formant centre de dépression, doit être rejetée; néanmoins elle trouve son application dans l'appréciation d'effets secondaires, **317, 318.**

La seconde hypothèse consistant en ce que c'est la cause même qui produit le point de dépression, qui se déplace et déplace avec elle ce point, est seule admissible; elle se subdivise en trois hypothèses particulières, **319.**

Les deux premières de ces hypothèses particulières (influence de la précipitation aqueuse et existence d'un courant d'entraînement ayant son siège dans la partie supérieure de l'atmosphère) doivent être rejetées, **320, 321.**

La troisième hypothèse ramène à l'influence de la force motrice du champ sur la pression; mécanisme par lequel se déplacent les points d'application des intensités maximum et minimum de cette force, **322.**

Résumé de la discussion; le système des dépressions et ses déplacements sont sous la dépendance immédiate du potentiel moteur du champ; la période du déplacement général ouest-est du champ barométrique est solaire, lunaire ou luni-solaire, **323.**

L'étude de l'influence de la force motrice du champ sur la pression de l'éther et de la vapeur d'eau introduit des considérations mécaniques nouvelles qui résultent des conditions particulières d'existence de ces fluides dans le système de la physique terrestre, **324.**

Vapeur d'eau; état statique et état dynamique; forces qui tendent à produire l'équilibre statique et forces perturbatrices, **325, 326.**

Effets des variations de la force répulsive (température), **327.**

Effets des variations de la force motrice du champ, **328.**

Suspension des nuages, **329, 330.**

Il existe dans l'atmosphère une force ayant le caractère de force *directrice*; orientation des cyrrhus, **331.** 515-543

Résumé général.

Résumé général de la théorie de la physique du globe, **332.**

La théorie établie pour la terre trouve une vérification dans l'observation de la surface des autres planètes en astronomie physique, **333.**

Remarque relative à la durée finie de l'ordre actuel des choses à la surface de la terre, **334.**

Autre remarque relative à la réalité du fait historique du Déluge universel et à la détermination de la limite de son époque, **335.** 543-555

CHAPITRE III.

Discussion de la méthode de recherche.

Pages.

On se propose, dans ce chapitre, d'étudier en lui-même le principe méthodique de recherche dont on vient de suivre l'application, **336**.

Caractère systématique de l'ensemble des forces du monde physique, **337, 338, 339, 340**.

Schéma de cet ensemble systématique, **341**.

Le fait qu'une idée systématique simple résume le plan du monde justifie *a posteriori* le postulat qui a été notre point de départ, savoir que le monde extérieur est la réalisation d'une pensée contenue en puissance dans notre esprit, **342**.

La recherche du principe de la certitude dans la science du monde physique amène à rechercher ce principe au point de vue absolu; caractère positif d'une semblable recherche, à laquelle d'ailleurs il est impossible de se soustraire, **343, 344, 345**.

Suite des déductions d'une recherche entièrement personnelle qui conduisent à la découverte de ce principe : la science repose sur un acte de volonté, **346, 347**.

Caractères de l'autorité que l'esprit reconnaît par cet acte, **348**.

La science a pour base un acte de foi ; par là se justifie l'existence de principes n'ayant d'autre démonstration que l'évidence, **349, 350**.

L'étude du monde sensible est un problème d'un ordre plus particulier que celui du monde intellectuel : la *sensation*, **351, 352**.

L'existence du monde physique n'est pas une certitude absolue ; mais il est tout au moins certain qu'il existe une cause différente du *moi*, qui agit comme s'il existait ; la subtilité de la distinction n'apporte ici nulle entrave à l'application de la méthode, **353, 354, 355**.

Deux genres de données dont nous disposons pour découvrir le système intellectuel dont le monde extérieur est l'expression sensible, **356**.

Deux méthodes, l'analyse et la synthèse, dérivent de l'existence de ces deux genres de données ; ces deux méthodes constituent en réalité deux faces distinctes d'une méthode unique, **357, 358** 556-571

Méthode analytique-synthétique.

C'est la méthode scientifique actuelle; deux désavantages que présente cette méthode, **359**.

Cause d'erreur qui réside dans la tendance à la *figuration*, **360** 572-577

Méthode synthétique-analytique.

Pages.

Méthode synthétique proprement dite; véritable rôle de la synthèse dans l'étude du monde physique; nécessité d'un procédé de sélection entre plusieurs possibilités conçues par la raison; *observation et expérience*, **361, 362**.

Caractère remarquable de l'*expérience*, qui consiste en une modification réelle du monde extérieur par un acte de volonté, **363**.

La vraie méthode scientifique est la méthode *synthétique-analytique*, dans laquelle la synthèse précède l'analyse, **364**.

Elle se résume par un *principe fondamental* et une *règle pratique*, **365**.

L'histoire de la science justifie cette méthode en la montrant instinctivement suivie par l'esprit humain; synthèse *a priori*; réaction baconienne, **366**.

Réforme cartésienne, **367**.

Si l'univers de Descartes n'est pas vrai, il faut l'imputer non au principe même de sa méthode, mais à une faute commise dans l'application de cette méthode, **368**.

Résumé de la marche des idées mise en évidence par l'histoire de la science, **369**.

La nécessité de l'*expérience* introduit dans la méthode un élément d'imperfection; à côté du *principe théorique* rigoureux, il y a une *partie technique* qui impose à la solution la condition du temps; toute solution actuelle a une *erreur*; il nous faut dès lors tâcher d'apprécier, dans une critique générale, le degré d'importance légitime de celle à laquelle nous venons d'être conduits, **370, 371**

577-588

Aperçu critique de la solution trouvée.

Après qu'on a considéré les idées simples et irréductibles d'espace et de temps, l'existence des *phénomènes* démontre l'existence d'un troisième élément, la *force* (ou la substance active); deux possibilités rationnelles, qui d'ailleurs ne s'excluent pas: l'existence de *forces mathématiques* et celle de *forces non mathématiques*, **372, 373**.

Trois embranchements d'idées se présentent alors; celui qu'il faut suivre consiste dans la supposition de la coexistence des deux espèces de forces, **374**

588-589

A. Forces mathématiques.

La classification de ces forces conduit à une infinité de possibilités rationnelles différentes, **375**.

Des exemples, tirés de l'histoire de la science, justifient ici l'utilité du prin-

cipe méthodique qui consiste à marcher toujours du simple au composé, **376.**

Application de ce principe : forces attractives et forces répulsives; l'attraction newtonienne réalise effectivement l'une des combinaisons les plus simples des idées *espace et force*, **377.**

L'attraction moléculaire doit provisoirement, par le même principe de simplicité, être considérée comme différente en nature de l'attraction newtonienne (ce qui se vérifiera plus tard avoir effectivement lieu); on isolera son action de celle de la force répulsive, qui correspond à une seconde possibilité rationnelle simple, en étudiant cette dernière force dans les gaz, **378.**

La répulsion diffère en nature de l'attraction newtonienne; c'est une force qui émane des surfaces et qui s'exerce contre des surfaces, et non pas à distance à travers la matière; cette différence de nature s'accorde avec le fait que la loi de cette répulsion, fonction d'*espace* aussi simple que celle de l'attraction newtonienne, est cependant essentiellement différente, **379.**

Preuves du fait que la force répulsive agit contre les surfaces et émane des surfaces, **380, 381.**

La répulsion réalise encore une autre possibilité *a priori* : c'est une force à paramètre variable (la température); ceci établit une nouvelle opposition entre elle et l'attraction universelle, qui est à paramètre constant, **382.**

Tout ceci posé, on peut établir que l'attraction moléculaire est une force distincte des précédentes, **383.**

La possibilité, conçue *a priori*, de la non-égalité des actions réciproques de deux éléments se trouve réalisée par la force répulsive; la polarité électrique et l'affinité se présentent comme des conséquences de cette non-égalité, **384.**

La détermination de la fonction de la surface qui intervient dans l'expression de la force répulsive se présente ensuite dans l'ordre rationnel de la recherche; l'ensemble d'un grand nombre de lois physiques vérifie que la fonction cherchée est la fonction simple de la proportionnalité à la surface; la chaleur est une substance spéciale et non pas de la force vive, **385, 386.**

Tout ce qui précède, fondé sur la considération de l'ordre des faits d'état statique de la substance, premier dans l'ordre de la complexité croissante, a été suffisant pour faire découvrir le système des forces; il reste à explorer l'ordre des faits d'état dynamique; une grande partie de ces faits dynamiques doit se présenter comme une conséquence des principes déduits des faits d'état statique; cette seconde partie du sujet sert donc de vérification à la première; mouvements de la chaleur et de l'électricité, et chaleur développée par le courant électrique; force électrique; magnétisme et diamagnétisme, **387, 388, 389.**

Rayonnement; éther matériel; la physique du globe fournit un argument démonstratif de l'existence de l'éther matériel et de la non-réductibilité de l'électricité et de la chaleur à cet éther lui-même et à ses mouvements; le fait que cette branche très complexe de la science constitue ainsi en quelque sorte

un criterium dans une question de principe, justifie le développement qui lui a été donné dans cet ouvrage, **390, 391.**

Après cet aperçu sur le chemin parcouru et sur l'enchaînement systématique des déductions, il faut se rendre compte de ce qui reste à explorer et signaler les parties du sujet qui n'ont pu être étudiées que d'une manière incomplète ou défectueuse; deux espèces de desiderata; points qui, dans notre solution, caractérisent ces deux espèces de desiderata, **392.**

L'examen précédent a conduit à discuter la manière de concevoir la *conductibilité*; cette question implique celle de la subdivision des corps en particules; à cet égard, on remarque que la notion de la subdivision à l'infini est une possibilité rationnelle et qu'elle trouve un argument dans le phénomène de la conductibilité et le parallélisme des conductibilités calorifique et électrique, **393, 394.**

La question de la subdivision en particules est aussi intimement liée à celle de la composition des forces répulsives, **395.**

Observation, tirée de cette même considération de la continuité et de la discontinuité des milieux, relative à la manière de poser les équations de la physique moléculaire, **396, 397.**

Les points obscurs ou douteux laissent subsister l'idée systématique de l'ensemble des forces trouvée dans ce travail, et qui était son objet fondamental, **398** 590-613

Comparaison et usage méthodique des trois arguments scientifiques : 1° de possibilité rationnelle; 2° esthétique; 3° de finalité.

Dans une méthode scientifique complète interviennent les trois points de vue du *vrai* (possibilité rationnelle), du *beau* et du *bien*, **399, 400.**

Nécessité et convenance d'une considération explicite du point de vue esthétique; notions d'*unité* et d'*harmonie*, **401.**

Notion de *continuité*, **402.**

Remarque relative à l'idée de *création*, **403.**

Notion de l'*analogie*, **404.**

Règle qui résume l'usage pratique qu'on peut faire des idées esthétiques d'*unité*, d'*harmonie*, de *continuité* et d'*analogie* dans la méthode de recherche, **405.**

Point de vue de la finalité; règle qui précise l'usage qu'on en peut faire; exemples, **406.**

Comme règle générale, une théorie, d'abord établie dans le seul point de vue de la possibilité rationnelle, gagne en probabilité quand elle satisfait en outre aux conditions esthétique et de finalité, **407.**

L'application de cette règle à la formule qui résume le système des forces physiques fournit un nouvel argument en faveur de l'exactitude de cette formule, **408.**

TABLE DES MATIÈRES.

725

Pages.

Application particulière de l'argument d'analogie; identité de l'idée systématique qui détermine à la fois la constitution du monde inorganique, du monde organisé et du monde moral; les deux forces fondamentales et antagonistes du monde physique sont distinctes, non pas seulement en ce que l'une est une attraction, l'autre une répulsion, mais encore en ce que l'une est un *principe d'ordre* et l'autre un *principe de désordre*, **409, 410** . . . 614-630

B. Forces non mathématiques.

Forces de volonté, **411**.

La différence entre les notions pensée, sentiment, volonté, et les idées géométriques est, pour la raison, non pas *quantitative*, mais *qualitative*, **412**.

L'univers est un système géométrique troublé par des forces non géométriques; il n'est pas une fonction du temps *mathématiquement* déterminable; le miracle, le phénomène non calculable est essentiellement dans l'ordre, **413**.

Quoique la nature de ce travail n'autorise pas à développer ici la question des relations et des réactions mutuelles du monde spirituel et du monde physique, il convient néanmoins, dans l'ordre rationnel du sujet, de rappeler les termes généraux actuellement connus de cette partie de la science (*Physique sociale* de Quetelet, *Loi de l'histoire* de Brück), **414**.

Principes des réactions mutuelles du monde physique et du monde psychique; le principe transcendant qu'on appelle *âme* se trouve en relation avec le monde sensible par l'intermédiaire de l'élément physique *force*; l'âme a le pouvoir de faire varier l'intensité d'une, au moins, des forces physiques, **415**.

Vérification de ce principe, tirée de l'étude de la force calorique répulsive, **416**.

Il suit nécessairement de ce qui précède, que l'action de la volonté sur le monde physique constitue un acte de *création*, et que la quantité totale d'énergie de l'univers ne doit pas être une constante, **417, 418**.

Il ne reste plus, pour apprécier la véritable place occupée dans l'univers par le monde physique, qu'à introduire dans la question un dernier facteur: le principe spirituel, supérieur au principe animal psychique proprement dit, dont l'observation constate l'existence dans l'homme; l'état mécanique de l'univers dépend, en dernière analyse, de l'accomplissement de la loi morale saisie par la conscience, **419**.

Conclusion et prise de congé du lecteur, **420, 421** : 631-648

APPENDICE.

	Pages.
Indication de trois questions spéciales, soulevées au cours de ce travail et que l'on se propose d'examiner.	649

I. — *Sur le principe de l'action égale à la réaction.*

Acception dans laquelle ce principe ne soulève pas d'objections, **1.**

Acception particulière qu'on lui donne en mécanique rationnelle et qui, au point de vue de cette science, constitue un vice de méthode, **2.**

Opinion de Huyghens et de Laplace concernant la généralité du principe comme proposition de physique; il faut admettre en physique la possibilité des forces réciproques inégales, **3.**

Notre étude a conduit à l'existence effective de semblables forces; des faits jusqu'alors inexplicables, tel que le magnétisme permanent, s'en sont présentés comme des conséquences mécaniques simples; nous ne sommes nullement éloignés, dans l'état actuel de la science, du moment où le principe de l'action égale à la réaction, déjà inadmissible en mécanique rationnelle, sera aussi considéré comme inadmissible en physique, **4, 5, 6** 650-657

II. — *Sur le choc des atomes considérés comme des corps absolument durs.*

La question est de savoir quelle est, en mécanique rationnelle, la solution du problème du choc de deux corps absolument indéformables, **1.**

Désaccord des auteurs sur ce point, **2, 3.**

Manière de voir de Newton et de Huyghens; les corps absolument durs ne peuvent se conduire que comme des corps parfaitement élastiques, **4, 5.**

On peut introduire en physique la considération du choc des atomes infiniment durs sans avoir à craindre de porter atteinte au principe de la conservation de l'énergie, **6.**

On peut démontrer tout d'un coup l'impossibilité de la destruction de la force vive, en faisant voir que la supposition contraire implique une contradiction logique dans le point de vue de la mécanique rationnelle, **7.**

Résumé de la discussion, **8.** 657-666

III. — *Sur l'existence de réalités infinies dans le monde physique.*

Indication de trois questions qui subdivisent le sujet	667
--	-----

1° *Caractère rationnel de l'idée des réalités infinies.*

Pages.

Argument de principe, **1**.
 L'impossibilité de sa *figuration* n'est pas un argument contre l'*existence*
 d'une chose, **2**.
 Origine de la manière de voir qui attache un caractère *vague* à l'idée de l'infini, **3**. 667-668

2° *Les principes constitutifs du monde offrent l'exemple de réalités infinies.*

Énumération de ces principes; ce que l'on dira de l'espace s'étendra aisément au
 temps, **4**.
 Véritable argument qui, en dehors de toute conception concrète de l'espace
 (voir à ce sujet une note au bas de la page 684), doit faire conclure à sa réalité
 et à son infinité, **5**.
 Deux remarques relatives à la confirmation du résultat précédent apportée
 par la considération de l'espace sous sa forme concrète actuelle, **6**.
 Le caractère d'infinité, nécessairement attaché à la notion d'espace, ne se
 présente comme nécessaire ni pour la quantité totale de substance, ni pour
 la quantité totale de force, ni pour la quantité totale d'énergie; mais on
 constatera plus loin (section 3°, commençant au paragraphe suivant) qu'il est
 impossible d'éviter en mécanique rationnelle, et, par conséquent, de bannir
 de la physique, l'idée du passage de la force par l'infini, **7** 668-671

3° *Remarques concernant les objections tirées des mathématiques contre la notion de l'infini.*

On légitimera la revendication de la considération directe de l'infini en mathé-
 matiques en répondant à une objection qui en résume d'autres et qui se for-
 mule par l'affirmation suivante : *le nombre actuellement infini est impossible*;
 mise en évidence du procédé irrationnel qui conduit à cette affirmation, **8, 9**.
 Les prétendues démonstrations de l'impossibilité de l'existence de réalités
 infinies appuyées sur l'affirmation précédente n'ont dès lors aucune valeur, **10**.
 La notion de l'infiniment petit est, en essence, identique à celle de l'infi-
 niment grand; raison pour laquelle elle paraît plus difficile à beaucoup
 d'esprits, **11**.
 La divergence des opinions sur ce sujet délicat rend illusoire l'aide qu'on
 pourrait espérer trouver dans le conseil de la science la plus autorisée, **12**.
 On peut, en tout cas, établir comme point de fait historique que l'invention
 du calcul infinitésimal est due à l'idée pure de l'infini, **13**.
 La divergence des opinions sur la question de l'infiniment petit est en elle-
 même un fait dont il faut débrouiller la raison d'être; cette raison d'être est
 instructive; elle consiste dans l'existence de deux points de vue nécessaires
 sous lesquels les quantités continues doivent être envisagées, **14**.
 Après avoir mis en évidence la place légitime et le rôle effectif de l'idée

	Pages.
d'infiniment petit en mathématiques, il faut prouver en fait l'existence de l'infiniment petit; démonstration par trois exemples, 15 .	
Au point de vue de cet ouvrage, il importe de bien spécifier que dans les déductions précédentes, relatives à l'infini et à l'infiniment petit, il s'agit de réalités objectives, non pas de notions purement idéales; que l'essence même du monde physique est ici en question, 16, 17 .	
L'existence de deux infinis de grandeur et de petitesse (stellaire et élémentaire) se présente comme la plus imposante application du parallélisme entre la réalité objective et la réalité subjective; solution de la question du plein et du vide par la conception d'un univers à <i>continuité discontinue</i> , 18, 19 .	
Résumé de la thèse qui vient d'être défendue relativement à l'existence objective de l'infini et de l'infiniment petit, et sens philosophique dans lequel ce fait doit être interprété, 20, 21	672-695
ERRATA	696

Note. — Pendant l'impression de ce travail, deux faits se sont présentés comme la vérification expérimentale des éléments fondamentaux de la théorie de la Physique du Globe qui y est exposée : le premier est relatif à l'action électrisante du rayonnement solaire (ce rayonnement diminue la valeur absolue du potentiel des corps électrisés négativement), voyez notre § 232; le second, auquel a conduit la théorie elle-même, consiste dans un phénomène d'orientation que manifestent les corps librement suspendus, dissymétriques par rapport à leur axe de suspension; c'est une conséquence directe de la circulation de l'éther matériel et de la résistance que lui oppose la matière des autres corps et qu'il oppose à celle-ci (§§ 243, 281). Voyez à ce sujet l'article *Sur quelques données expérimentales concernant la théorie du magnétisme terrestre*, dans la revue *Ciel et Terre*, 13^e année, n^o 3, page 49.

Une variation diurne se manifeste, particulièrement intéressante dans les appareils à aiguille enterrés sous la surface du sol.