

Titre : Essai sur une nouvelle théorie de l'électricité

Auteur : Vène, Antoine

Mots-clés : Electricité*19e siècle

Description : 118 p.: 1 pl. dépl. (lithogr.) ; 8°

Adresse : Arras : Bocquet, s.d. [après 1817]

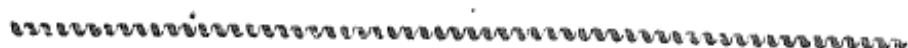
Cote de l'exemplaire : CNAM-BIB 8 Sar 257 (2)

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?8SAR257_2

ESSAI
SUR UNE NOUVELLE THÉORIE
DE L'ÉLECTRICITÉ,
CONTENANT
UNE RÉFUTATION DU SYSTÈME DES DEUX FLUIDES
VITRÉ ET RÉSINEUX,
ET UNE EXPLICATION
DE PLUSIEURS PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES;
PAR A. VÈNE,
CAPITAINE AU CORPS ROYAL DU GENIE,
ANCIEN ELÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

ARRAS:

Imprimerie de BOCQUET, Libraire, Imprimeur de la
Préfecture et de l'Évêché.



ESSAI SUR UNE NOUVELLE THÉORIE DE L'ÉLECTRICITÉ,

CONTENANT

UNE RÉFUTATION DU SYSTÈME DES DEUX FLUIDES
VITRÉ ET RÉSINEUX.

1. **L**ES premiers phénomènes de l'électricité ont été remarqués sur la substance connue sous le nom d'Ambre et c'est de son nom grec *ελεκτρον* que l'on a tiré le nom d'électricité.

MOYEN DE PRODUIRE L'ÉLECTRICITÉ.

2. Si l'on frotte avec une étoffe de soie ou avec une peau de chat un tube de verre ou un bâton de cire à cacheter et qu'on les présente ensuite à des corps légers, on verra ces petits corps se précipiter vers le tube de verre ou vers la cire à cacheter.

Après avoir adhéré quelque tems ils seront repoussés, et si l'on approche le tube du visage, on éprouvera une sensation semblable à celle d'une toile d'araignée :

Si l'on touche le tube de verre avec une

boule de métal, on entendra le pétilllement d'une étincelle qui serait visible dans l'obscurité.

Tous ces phénomènes n'ont pas lieu lorsqu'on n'a point préalablement frotté le tube.

Le frottement a donc acquis à ces corps une propriété qu'ils n'avaient point auparavant.

3. Pour connaître la cause qui produit ces mouvemens, examinons attentivement ses effets : si, au lieu d'un tube de verre, on prend un cylindre de métal, on ne parvient jamais à lui communiquer la vertu électrique en le tenant avec la main ; mais, dès qu'on l'attache à un bâton de cire d'Espagne, ou à un tube de verre, et qu'on le frotte avec une peau de chat, il manifeste la propriété électrique.

La différence qui existe entre le tube de verre et le bâton métallique consiste en ce que ce dernier peut bien acquérir la propriété électrique, mais il ne peut la conserver lorsqu'il est touché avec la main ou avec une substance métallique, tandis que le verre, la cire, la résine, peuvent acquérir et conserver cette propriété malgré le contact d'une substance quelconque.

4. Cette différence dans la manière de recevoir et de propager le fluide électrique a conduit naturellement à la division de tous les corps en deux grandes classes ;

La 1.^{re} comprend ceux qui conservent l'électricité ; on les appelle *corps-non-conducteurs*.

La 2.^{me} classe comprend tous les métaux et tous les autres corps qui perdent facile-

ment leur électricité par le contact et dans lesquels elle circule sans obstacle ; on les appelle pour cette raison *corps-conducteurs*.

5. Il ne faut pas croire cependant qu'il y ait un point de séparation bien net entre ces deux classes ; la nature ne marche que par gradations successives et lentes :

Aussi ne trouve-t-on dans la 1.^{re} classe aucun corps qui ne puisse perdre à la longue son électricité, de même que dans la seconde classe, il n'existe point de conducteurs entièrement parfaits : ils retiennent tous plus ou moins le fluide qu'on leur a communiqué.

DES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'ÉLECTRICITÉ.

6. Suspendez à un fil de soie une balle de moelle de sureau ; touchez-là avec un tube de verre préalablement frotté, elle sera repoussée par le tube de verre ; mais, si vous lui présentez un bâton de cire d'Espagne qui ait subi, comme le verre, un frottement préalable, la boule sera aussitôt attirée.

Il paraît donc, d'après ces phénomènes, qu'il y a deux vertus électriques différentes.

L'une, produite par le verre, et que par cette raison on appelle électricité *vitrée*, et l'autre, produite par la cire et la résine, et qu'on appelle *électricité résineuse*.

Les corps qui ont la même électricité se repoussent, et ceux qui ont une électricité contraire s'attirent ; car nous avons vu que le tube de verre attire la boule électrisée par la cire et repousse celle qui est électrisée par le verre.

7. La plupart des physiciens modernes ont expliqué les phénomènes électriques en recourant à l'existence de deux fluides que le frottement est censé développer dans tous les corps.

Dufai publia en 1733 une théorie de l'électricité; il fut, je crois, le premier qui admit l'existence de deux électricités différentes; en 1756, Franklin donna ses observations sur l'électricité; il rejeta la théorie des deux fluides: après cette théorie parut celle d'Æpinus, qui diffère peu de celle de Franklin; mais il se crut forcé d'admettre l'existence d'une force répulsive entre les molécules des corps; et cette supposition, si peu probable, a fait rejeter sa théorie par la plupart des physiciens.

Enfin, Coulomb donna, en 1784, sa théorie d'un double fluide telle qu'elle est généralement suivie en France.

8. Je vais tâcher d'expliquer tous les phénomènes électriques par le secours d'un seul fluide. La comparaison que je ferai entre les diverses explications d'un même phénomène, par les diverses théories, pourra faire juger quels sont les véritables moyens que la nature emploie pour produire des effets si extraordinaires.

THÉORIE D'UN SEUL FLUIDE.

9. Les premiers soins des physiciens ont dû se porter naturellement sur la mesure de la force électrique; c'est là que Coulomb, notre célèbre physicien, a porté son exactitude ordinaire. C'est lui qui a fait de l'électricité un véritable corps de science, en y portant par-tout le

flambeau de l'expérience, que ses mains habiles savaient si bien diriger. Sans rappeler tout ce qui a été fait par cet illustre physicien, nous nous contenterons de dire, qu'à l'aide de la balance électrique, dont il est l'inventeur, il a trouvé que les corps électrisés s'attirent ou se repoussent en raison inverse du carré des distances.

C'est là un des résultats que toutes les théories s'empressent de saisir pour en faire le fondement et la base de l'édifice qu'elles veulent élever.

10. Coulomb, qui avait adopté et modifié la théorie d'un double fluide, a conclu de ses expériences que les molécules d'un fluide de même espèce se repoussent en raison inverse du carré des distances, et que celles d'une espèce différente s'attirent suivant la même loi.

Comme nous n'admettons qu'un seul fluide, ces expériences ont besoin de quelques explications pour les adapter à notre théorie. (Fig. 41.)

11. Tout corps contient dans son état naturel une certaine quantité de fluide électrique engagé entre ses molécules; on pourrait l'appeler *électricité latente*, par analogie au *calorique latent*.

12. Ce fluide est retenu dans les corps par l'attraction des molécules du corps; il est pour ainsi dire combiné avec leur matière.

Supposons maintenant que, dans cet état d'équilibre, on vienne à augmenter le fluide électrique, les molécules du corps, étant déjà saturées de fluide, ne pourront retenir une plus grande quantité d'électricité; cet excédent

sera forcé d'obéir à la force répulsive des molécules qui les pousse vers la surface.

13. Pour simplifier la question nous supposons qu'il s'agit d'une sphère. Je vais prouver (Fig. 1.^{re}) que ce fluide se portera à la surface : soit m une molécule de fluide électrique que je suppose dans l'intérieur de cette sphère : s'il était possible que l'intérieur du corps reçut cet excédant d'électricité, elle se distribuerait uniformément à partir du centre c , c'est-à-dire, que les couches, également éloignées du centre, auraient la même densité.

Cherchons l'action d'une couche $cdab$ sur cette molécule. Imaginons que m soit le sommet d'une surface conique qui coupe l'enveloppe suivant deux élémens cd , ab , soit δ l'épaisseur de cette couche, le volume cd sera égal à sa base multipliée par l'épaisseur δ : et comme cette base peut être considérée comme un cercle dont cd est le diamètre, on aura pour ce

volume $\pi \frac{\overline{cd}^2}{4} \times \delta$: l'autre petit élément ab , aura

pour expression $\pi \frac{\overline{ab}^2}{4} \times \delta$. Soit F la force répulsive exercée par l'élément cd contre m et soit ϕ ce que serait cette force si l'élément était placé à l'unité de distance, on aura

$$F : \phi :: 1 : (mn)^2.$$

Si l'on désigne par F' et par ϕ' les forces correspondantes de l'élément ab , on aura

$$F' : \phi' :: 1 : (mn')^2$$

les répulsions étant proportionnelles aux masses

de fluide, lorsque celles-ci sont à la même distance, on aura

$$\phi : \phi' :: \pi \times \frac{cd^2}{4} \times \delta : \pi \times \frac{\overline{ab}^2}{4} \times \delta,$$

ou
$$\phi : \phi' :: \overline{cd}^2 : \overline{ab}^2 ;$$

les arcs cd , ab étant proportionnels aux rayons, on aura

$$\phi : \phi' :: (mn)^2 : (mn')^2,$$

ou
$$\frac{\phi}{\phi'} = \frac{(mn)^2}{(mn')^2} \text{ ou } 1 = \frac{\phi}{\phi'} \times \frac{(mn')^2}{(mn)^2} ;$$

les deux proportions

$$F : \phi :: 1 : (mn)^2$$

$$F' : \phi' :: 1 : (mn')^2,$$

donnent

$$\frac{F}{\phi} = \frac{1}{(mn)^2},$$

$$\frac{F'}{\phi'} = \frac{1}{(mn')^2}.$$

Divisant ces équations, on a

$$\frac{F}{F'} = \frac{\phi}{\phi'} \times \frac{(mn')^2}{(mn)^2} = 1,$$

donc

$$F = F'.$$

Ce résultat prouve que les deux éléments électriques, cd , ab , exerceraient sur m deux répulsions égales et opposées et qui par conséquent se détruiraient.

Si par le même point m on concevait une seconde surface conique, elle déterminerait sur

la même enveloppe deux nouveaux éléments dont les répulsions se détruiraient : on voit donc que toute l'enveloppe que nous avons examinée n'aura aucune action sur m et comme le même raisonnement peut s'appliquer à toute autre enveloppe extérieure à m , on doit conclure que toutes les molécules électriques plus éloignées du centre de la sphère que m , ne peuvent lui communiquer aucun mouvement.

Mais l'action de la partie intérieure cm tendra à repousser cette molécule vers la surface, et avec d'autant plus de force que sa densité électrique sera plus forte.

Dans le calcul que nous venons de présenter nous n'avons pas eu égard à l'attraction des molécules des corps, parce que nous avons supposé que cette force étant compensée par la répulsion du fluide naturel, nous verrons plus tard que cette répulsion est même supérieure à l'attraction.

14. Lorsqu'un corps à l'état naturel aura reçu une quantité additive de fluide, nous dirons qu'il est *électrisé positivement*.

S'il perd une partie de son fluide naturel, nous dirons qu'il est *électrisé négativement*. Ces dénominations sont conformes à ce qu'on appelle degrés *positifs* et *négatifs* du thermomètre, et de même que le degré zéro ou un degré négatif du thermomètre ne marquent pas une privation absolue de calorique, de même les corps électrisés négativement contiennent toujours une certaine quantité de fluide électrique.

15. On doit conclure, d'après ce que nous

avons prouvé, que dans les corps électrisés positivement, le fluide électrique doit se porter à la surface, où il est retenu par l'air et la force répulsive du fluide électrique des corps environnans. Ce point de théorie est confirmé par l'expérience.

Électrisez une sphère creuse de métal, et faites communiquer son intérieur avec un électromètre, il ne donnera aucun signe électrique.

16. Cependant la démonstration mathématique suppose que le fluide électrique forme des couches continues d'une densité uniforme; or, cette supposition ne peut se réaliser entièrement; les molécules des corps doivent déranger cette symétrie, et alors, si la molécule cd est portée en $c'd'$ ou $c'd''$, il arrivera qu'elle ne contrebalancera plus ab , et que, par conséquent, l'équilibre sera troublé et la couche extérieure exercera une force répulsive sur m .

Aussi ne peut-on pas assurer qu'il ne se trouve point dans l'intérieur des corps sphériques électrisés positivement une plus grande quantité de fluide que dans leur état naturel; mais la densité doit diminuer rapidement en allant de la surface au centre.

Ce fluide pourrait se distribuer dans son intérieur à peu près de la même manière qu'il se répand sur la surface d'un cercle; et, d'après des expériences récentes qui ont été faites avec soin par Coulomb, nous avons appris que, sur un plateau circulaire de cuivre, de 10 pouces de diamètre, l'intensité électrique est près de trois fois moindre au centre que vers ses bords. Mais, (Fig. 2.)

comme le plateau de cuivre soumis à l'expérience, a une certaine épaisseur, la distribution électrique s'y fait comme dans un cylindre : ab étant la ligne du centre, les molécules électriques situées sur cette arête doivent être en équilibre, ce qui exige que les extrémités m, m' , qui sont le centre du plateau, aient une plus grande quantité de fluide que le centre n du plateau ; voilà la raison pour laquelle le plateau circulaire de Coulomb conserve à son centre le $\frac{1}{3}$ de l'électricité de ses bords, et, si les expériences qui ont été faites dans l'intérieur d'une sphère, ont paru confirmer une opinion contraire, on peut attribuer ces résultats, non à l'absence de l'électricité, mais à la forme même des corps ; en effet, supposons que le fluide électrique ait pénétré sur la face intérieure de la sphère A, considérons une molécule électrique m : d'après ce que nous avons prouvé précédemment, les répulsions de toutes les autres molécules contre la molécule m se feront équilibre et cette molécule n'aura aucune tendance à s'échapper vers le centre de la sphère.

Par conséquent, si nous voulons trouver l'intensité électrique de l'intérieur de la sphère en présentant à ce point m un petit cercle de papier doré, ou une petite boule, ces corps ne pourront point se charger d'électricité.

Les résultats devraient être les mêmes, si l'on tentait de chercher l'intensité électrique de la surface intérieure d'un trou cylindrique pratiqué dans un corps électrisé positivement ; le fluide qui pourrait être retenu sur cette surface ne serait point rejeté assez fortement pour

s'échapper lorsqu'on lui présenterait un corps à l'état naturel.

De toutes les expériences qui ont été faites pour prouver l'absence du fluide électrique dans l'intérieur des corps, il n'en est aucune de convaincante; la plus ingénieuse, et la seule peut-être qui remplisse son but, est celle qui a été imaginée et rapportée par Biot dans sa physique.

Elle consiste à électriser une sphère couverte d'une enveloppe mobile qui s'applique exactement sur la surface : mais on peut dire que, dans ce cas, la sphère se trouve dans le même cas que si elle était placée dans le vide : la calotte qui l'enveloppe chasse l'air intermédiaire, et lorsqu'on sépare ces deux corps, l'électricité s'échappe dans le vide à défaut de pression atmosphérique.

17. Tout corps A électrisé positivement, est entouré d'une couche de fluide retenue à sa surface par la résistance de l'air, par l'attraction du corps et par la répulsion du fluide environnant.

Si l'on met ce corps en contact avec un autre corps B électrisé de la même manière, les molécules électriques vers le point de contact seront repoussées vers la partie opposée et elles formeront la figure 4. (Fig. 4.)

Au point de contact sera la plus petite densité; mais cette densité augmentera depuis ce point jusqu'au point opposé où elle parviendra à son maximum.

ÉLECTRISATION DES CORPS.

18. Supposons que C et D soient deux corps à l'état naturel que l'on frotte l'un contre l'autre : chacun de ces corps est pourvu d'une (Fig. 5.) légère couche de fluide électrique et lorsque ces corps viennent à se joindre, elle est refoulée vers les parties postérieures, et si le corps C a plus d'affinité que D, celui-ci perdra une partie de son fluide.

Il faut remarquer que l'air est un obstacle qui s'oppose à l'expansion du fluide accumulé dans l'intérieur des corps ; mais le frottement de C contre D enlève l'air qui les sépare et fait une espèce de vide qui permet au fluide intérieur de se porter à la surface.

Le corps D ayant enlevé une partie de l'électricité de C se trouvera électrisé positivement et ce dernier sera électrisé négativement. Voilà pourquoi l'on observe qu'en frottant deux corps ensemble, l'un acquiert l'*électricité vitrée* et l'autre l'*électricité résineuse*.

Ce résultat s'explique très-bien d'après notre théorie ; car, un des corps recevant un excès de fluide, l'autre doit perdre cet excès et passer à l'état négatif.

19. Si l'on demandait dans quel rapport il est nécessaire d'augmenter le fluide électrique d'un corps pour lui faire prendre un état positif, on peut répondre qu'en doublant le fluide électrique d'un corps, il doit être fortement électrisé ; sans citer l'électrisation par le frottement de deux corps isolés, nous en avons un exemple frappant dans la bouteille de Leyde.

Les deux garnitures sont à peu près égales, et elles ont par conséquent la même quantité de fluide, tant qu'elles sont à l'état naturel; et, puisque les deux faces sont presque neutralisées après la décharge, il faut que l'excès de la face positive remplace ce que la garniture négative a perdu; or, celle-ci ne peut perdre que son fluide naturel, qui était en même quantité sur les deux garnitures: par conséquent la face positive n'aura que le double de son fluide naturel.

On remarque cependant que les deux faces ne se neutralisent point complètement, mais aussi la face négative ne perd pas entièrement tout son fluide naturel; car on doit supposer que, quelque forte que soit la charge de la bouteille, la face négative retient une petite quantité de fluide dont l'absence procurerait une parfaite neutralisation après la décharge de la bouteille.

DISTRIBUTION DU FLUIDE ÉLECTRIQUE SUR LA SURFACE D'UN CORPS.

20. Supposons que a, b, c, d, e soit un polygone aux angles duquel on a placé des molécules électriques qui n'ont la faculté de se mouvoir que suivant les côtés de ce polygone: (Fig. 6.)

Il est évident que dans le cas d'équilibre, chaque molécule doit être également repoussée suivant les deux côtés de l'angle où elle se trouve placée; si le polygone est régulier, cette condition sera évidemment remplie, en supposant que les petites sphères sont égales entr'elles: si le polygone n'est pas régulier, et

que dm , dm' soient les forces qui poussent c et c' vers d , il faudra que la répulsion de d suivant les côtés cm' , cn , puisse contrebalancer ces deux forces, et si le point d venait en d' , la répulsion diminuerait et l'équilibre serait rompu, si pour le rétablir on n'augmentait la densité de d' .

Mais si, au contraire, ce point se rapprochait de c , en venant en d'' , sa répulsion augmenterait: par conséquent la densité devrait diminuer.

21. D'après cela on peut conclure que si l'on place à tous les angles d'un polygone de petites sphères électriques de différentes densités, il n'y aura équilibre qu'autant que les plus denses seront placées aux angles les plus saillants. Nous avons supposé que les molécules électriques n'avaient que la faculté de se mouvoir suivant les côtés du polygone, et c'est précisément ce qui arrive dans un corps électrisé; car on sait que son fluide est retenu à la surface par la pression de l'atmosphère, qui forme une espèce de calotte sous laquelle le fluide électrique peut se mouvoir comme sur les côtés d'un polygone.

22. Si l'on avait une circonférence sur laquelle fut distribué le fluide électrique, on conclurait facilement que la densité est la même par-tout; mais si le point m s'éloigne du centre, sa densité devra augmenter, et l'on doit conclure que, dans une ellipse, le fluide est plus dense à l'extrémité du grand axe que sur tout autre point.

Les raisonnemens que nous avons faits pour un anneau électrisé peuvent s'appliquer à une
surface

surface ou réunion d'anneaux, et l'on doit conclure que dans les corps électrisés positivement, le fluide électrique est plus dense dans les parties saillantes ; c'est par conséquent par ces points qu'il sera le plus disposé à soulever la résistance que l'air lui oppose.

23. Il est un cas de distribution électrique qui paraît d'abord se refuser à cette explication, c'est l'arrangement que prend le fluide sur une surface cylindrique, et qui est tel, que la plus grande densité se trouve aux extrémités de cette surface.

On a regardé ce phénomène comme un résultat que l'expérience seule a fait connaître ; cependant, je crois qu'il résulte de l'équilibre de l'électricité, et qu'il peut s'expliquer de la manière suivante.

Supposons que ff' soit un cylindre extrêmement délié et sur lequel sont placées les molécules électriques, $a, b, c, d, e, f \dots a', b', c', d', e', f'$; (Fig. 7.)
cherchons les conditions d'équilibre.

Supposons d'abord toutes les molécules égales, et voyons ce qu'il faudra leur ajouter pour les mettre en équilibre.

Supposons aussi que les densités des petites sphères $a, b, c \dots a', b'$, soient représentées par les perpendiculaires comprises entre ff' et gg' .

La molécule a la plus voisine du milieu m du cylindre, sera repoussée vers fg , par $m, a', b', c', d', e', f'$, tandis qu'elle ne sera repoussée, dans le sens opposé, que par b, c, d, e, f : pour compenser cet excès de pression, il faut augmen-

ter la densité de b et la représenter par bi . Mais, ce point b sera lui-même repoussé avec plus de force vers bf que dans le sens opposé; donc, il faut augmenter c , et représenter sa densité par ci' ; et il faudra que $ci' > bi$.

En effet, nous supposons ici que les molécules a , b , c , sont distantes entr'elles, mais dans la réalité, elles sont infiniment rapprochées les unes des autres; de sorte qu'entre c et b on peut imaginer une molécule r , et pour qu'elle soit également repoussée des deux côtés, il faut que $ci' > bi$.

Le raisonnement que nous venons de faire pour le point c , peut s'appliquer au point d , ce qui prouverait que $di'' > ci'$.

24. Ce que nous venons de dire pour le côté mf , convient aussi à la moitié mf' , et la densité du fluide répandu sur le cylindre peut être représentée par la courbe AB.

On peut déduire cette démonstration de ce qui a été démontré pour l'ellipse.

On sait que la densité doit être plus forte aux extrémités A et B du grand axe, et qu'elle est (Fig. 8.) la plus faible aux extrémités C et D du petit axe; et si l'on suppose que le grand axe va toujours en augmentant, l'ellipse s'allongera et se changera en une droite, dont le petit axe sera le milieu, c'est par conséquent à ce point que doit se trouver la plus petite densité électrique.

Un cylindre ou un prisme peut être considéré comme formé par la réunion d'une infinité

d'arêtes semblables à celles que nous venons d'examiner; de sorte que , sur ces surfaces, le fluide est moins dense au milieu qu'en tout autre point , mais de manière qu'il va progressivement en augmentant à mesure qu'on se rapproche des extrémités.

Cette propriété fait concevoir la raison pour laquelle on donne aux conducteurs de nos machines électriques la forme cylindrique.

L'électricité y est d'autant plus dense que ces cylindres ont une plus grande longueur.

25. Cette inégale distribution de l'électricité sur la surface des corps n'est point une propriété exclusive à ce fluide, elle est une conséquence nécessaire de la force répulsive de ses molécules; elle doit appartenir à tous les gaz élastiques. L'air lui-même doit être compris dans cette catégorie, et, s'il est comprimé dans un cylindre, il devient plus dense aux extrémités que vers le milieu.

Je me suis convaincu de cette similitude de distribution entre les gaz et le fluide électrique, en observant la précipitation avec laquelle l'air d'une chambre échauffée se renouvelle à travers les portes entr'ouvertes; j'avais pratiqué deux petites ouvertures circulaires à travers un contre-vent, et j'ai remarqué que l'air sortait avec plus de force par la petite ouverture à laquelle j'avais ajusté un petit tuyau qui formait une espèce de pointe semblable, quant à l'effet, à celle que l'on place sur les conducteurs électrisés.

26. Cette propriété qui, je crois, n'avait point

été remarquée, fournit une explication satisfaisante de plusieurs faits qui se présentent journellement. On sait qu'un poêle, dont le tuyau est horizontal, brûle plus vite et avec plus de force que celui dont le tuyau est large et vertical.

Quoique cette question puisse paraître étrangère à notre sujet, je crois devoir entrer dans quelques détails nouveaux sur une matière qui a été si vivement discutée.

27. La cause de l'élasticité des gaz, quoiqu'inconnue, est attribuée communément à la répulsion du calorique; mais ce fluide n'est pas le seul qui puisse produire cet effet; l'électricité peut contribuer aussi à leur élasticité, et, si l'on parvenait à prouver que le calorique et le fluide électrique sont deux corps de nature différente, je ne sais auquel des deux il faudrait attribuer la plus grande part dans la production de cette élasticité. Nous voyons, à la vérité, que les vapeurs, si semblables aux gaz, se forment par l'ébullition et une addition de calorique; mais ne savons-nous pas aussi, que ces vapeurs dérobent l'électricité aux corps environnans au moment de leur formation?

Ces effets, qui nous montrent tant de ressemblance entre ces deux fluides, ne nous montrent-ils pas aussi que l'électricité n'est pas étrangère à la production des vapeurs et à la permanence des gaz élastiques.

La grande affinité de la plupart des gaz pour l'électricité et leur faculté isolante, toujours

plus grande que celle des corps solides, sont des faits parlans qui doivent faire pressentir combien ce fluide coopère à la production des gaz.

Les métaux sont les corps de la nature qui ont le moins d'affinité pour le fluide électrique, aussi sont-ils ceux qui peuvent le moins se volatiliser et se changer en gaz.

Les corps solides conduisent mieux le fluide électrique que les liquides, et ceux-ci mieux que les gaz, et nous verrons dans la suite que la conductibilité est en raison inverse de l'affinité électrique.

On peut donc penser que l'élasticité des gaz est produite par l'électricité et le calorique; voici la manière dont je conçois que ces fluides agissent :

Chaque molécule de gaz attire par attraction une couche de calorique ou d'électricité, de sorte que toutes ses molécules sont les unes à l'égard des autres, ce que seraient entr'elles de petites balles de moëlle de sureau électrisées positivement.

28. Cette manière de concevoir la répulsion donne une explication satisfaisante de l'élasticité des gaz, et cette explication n'est point sujete aux difficultés dont je vais parler.

On sait qu'un gaz renfermé dans un tube AB (*Fig. 9.*) obéit aux compressions que l'on exerce sur la surface, et que les volumes qu'il prend successivement sont toujours en raison inverse des poids qui les compriment.

Pour rendre raison de ce fait , on a supposé que la tranche mn n'était repoussée que par la tranche voisine $m'n'$; mais , voici les conséquences que nous en déduisons :

La force qui repousse la couche mn doit faire équilibre au poids que supporte le gaz. Si δ désigne la distance des deux couches voisines $mn, m'n'$,

$$\text{on aura } P = \frac{F}{\delta^2}.$$

Supposons maintenant que l'on charge le gaz d'un poids mP et que δ' soit la nouvelle distance qui sépare les deux premières couches,

$$\text{on aura } mP = \frac{F}{\delta'^2},$$

delà , on tire

$$m\delta'^2 = \delta^2 \text{ ou } \sqrt{m}\delta' = \delta.$$

Si V est le volume du gaz , lorsqu'il supporte le poids ϕ et V' celui qu'il prend sous la pression mP ,

$$\text{on aura } \frac{V}{V'} = m.$$

Puisque chaque couche n'est repoussée que par les couches voisines , les molécules sont également distantes ; de sorte que δ^3 est le

cube qui passe par les molécules les plus voisines et si K désigne le nombre de molécules ,
on aura

$$V = \delta^3 K,$$

$$V' = \delta'^3 K;$$

delà,
$$\frac{V}{V'} = \frac{\delta^3}{\delta'^3} = m,$$

ou
$$\sqrt[3]{m} \delta' = \delta,$$

comparant cette équation avec celle que nous avons déjà trouvée, savoir :

$$\sqrt[\epsilon]{m} \delta' = \delta,$$

on en conclut

$$\epsilon = 3 \text{ et } P = \frac{F}{\delta^3},$$

C'est-à-dire que les molécules voisines se repousseraient en raison inverse du cube des distances ; mais, voici les conséquences que l'on en tire ; on suppose que la couche mn n'est repoussée que par $m'n'$, et que, $m''n''$ n'a pas d'effet sur elle à cause de sa plus grande distance ; mais, si au lieu de charger ce gaz d'un nouveau poids, vous lui enleviez une partie de sa charge, la distance des molécules augmenterait, et la couche $m'n'$ se trouverait plus éloignée de mn que ne l'était précédemment la couche $m''n''$, et cependant le gaz conserverait encore une force élastique, et par conséquent la couche $m'n'$ se trouve repoussée par mn .

29. Une autre hypothèse plus probable, produite par Newton, a été admise par la plupart des physiciens, elle consiste à supposer que les

molécules des gaz se repoussent en raison inverse de la simple distance, et cette supposition fournit effectivement un gaz dont la force élastique est inversement proportionnelle aux volumes qu'il occupe ; en effet, la force élastique du gaz est égale à la répulsion de toutes les molécules contre la dernière couche *mn*. (Fig. 10.) Si l'on réduit ce volume à moitié, la couche *mn* viendra en *m'n'*, et la somme des répulsions sera doublée ; si l'on réduisait le volume au $\frac{1}{3}$, la répulsion serait triplée, ainsi de suite, etc.

30. Cette manière d'expliquer l'élasticité suppose que l'arrangement des molécules est uniforme, quelle que soit la densité, ce qui est contraire à ce que l'on remarque pour l'électricité, car elle se condense dans les points saillans. Et d'ailleurs, ce mode de répulsion, en raison inverse de la simple distance, ne se trouve confirmé par aucun exemple connu, tandis que le carré de la distance se trouve dans l'électricité et dans le magnétisme, et enfin, dans le mouvement des corps célestes. Toutes ces raisons réunies m'ont fait penser que l'explication suivante peut obvier à ces inconvéniens.

J'ai déjà dit que toutes les molécules des gaz sont environnées d'un fluide répulsif qui agit en raison inverse du carré des distances ; elles doivent donc se distribuer dans un cylindre de la même manière que l'électricité ; au centre sera la plus faible densité, et le maximum sera aux extrémités ; la densité de chaque couche peut être représentée par les ordonnées cor- (Fig. 11.) respondantes de la courbe *acb*. Si l'on réduit le

volume à moitié de manière que AB vienne en $A'B'$, la densité des couches sera représentée par la couche mn ; mais, comme le cylindre se trouve plus court, l'inflexion de la couche mn devient moindre, de sorte que les couches voisines de $A'B'$ seront moins denses à proportion qu'elles ne l'étaient vers AB , et cette nouvelle distribution peut être telle que la répulsion sur $A'B'$, soit seulement doublée; car elle serait augmentée dans une plus grande proportion, s'il devait être homogène dans toute son étendue.

Cette manière d'envisager l'élasticité nous fait concevoir comment cette proportionnalité, entre les poids et les volumes, ne peut se soutenir dans les limites extrêmes.

Supposons que le gaz renfermé dans le cylindre ab se soit mis en équilibre, les molécules qui seront sur l'arête ab des parois du tube seront également repoussées à droite et à gauche; il faudra donc qu'elles soient en équilibre entr'elles dans le sens de cette arête, et, (Fig. 3.) d'après ce que nous avons prouvé, la densité de cette arête sera représentée par la courbe $a'cb'$; il en sera de même pour tout le pourtour du cylindre; maintenant, si l'on considère le cercle mn , du milieu de ce cylindre, il devra aussi être en équilibre avec lui-même; car, il est également repoussé vers le haut et vers le bas du cylindre; mais, dans ce cercle, les molécules de chaque diamètre sont aussi en équilibre et forment la courbe rst (fig. 12); on peut conclure de là, que la densité du cylindre est plus faible à son centre et qu'elle augmente en

s'approchant des bords et des extrémités du cylindre.

Ainsi donc , la densité n'étant pas uniforme lorsqu'on admet une répulsion , la proposition de Newton se trouve fausse, puisqu'elle suppose qu'un gaz, dont la force répulsive est inversement proportionnelle aux distances, conserve une densité uniforme dans son volume. (*Princ. Math. prop. XXIII, liv. II.*)

DES CORPS A L'ÉTAT NÉGATIF.

31. Quel que soit l'état d'un corps il renferme toujours une certaine quantité de fluide électrique , et nous disons qu'il est à l'état positif, ou à l'état négatif, par analogie à ce que nous appelons *chaud* ou *froid*.

Ainsi donc , un corps, quoique électrisé négativement, conserve dans son intérieur une certaine quantité de fluide électrique, et il n'est pas nécessaire de lui supposer une entière privation de fluide, pour qu'il puisse manifester des signes électriques ; il suffit de lui supposer une densité moindre que dans son état naturel.

32. Soit A une sphère à l'état négatif et *m* une molécule de fluide, cette molécule sera attirée par les molécules du corps ; celles extérieures à la sphère *cm* n'auront aucune action sur *m*. (La démonstration est la même que celle que nous avons donnée pour la répulsion, art. 13.)

La sphère *cm* attirera la molécule *m* vers le point *c*, et si elle ne se porte point entièrement au centre, c'est que toutes les molécules élec-

triques; réunies à ce point, exerceraient les unes sur les autres une répulsion plus grande que la force qui les attire.

33. Si le corps A est une sphère creuse, les molécules électriques se porteront sur la surface intérieure où elles seront retenues par l'attraction du corps et la résistance de l'air; de sorte que la surface intérieure pourra passer à l'état naturel, quoique la surface extérieure soit à l'état négatif; voilà pourquoi l'on dit que l'électricité résineuse se porte à la surface des corps. (*Fig. 3.*)

Il n'est donc pas étonnant que dans les expériences qui ont été faites avec une boule creuse sur le fluide résineux, on ne soit parvenu à constater la présence de ce fluide qu'à la surface extérieure de la sphère.

Il est encore une autre raison qui peut faire croire que l'intérieur de la sphère est à l'état naturel; c'est que les attractions que la sphère peut exercer sur les molécules du corps *b* qu'on lui présente doivent se détruire à cause de la forme sphérique, comme nous l'avons prouvé pour un corps positif. Il n'y a donc que la force expansive de ses propres molécules qui tendent vers une densité uniforme, qui puisse faire perdre au corps *b* une partie de son fluide; mais cette force est contrebalancée en partie, par l'attraction de la matière de *b* et par la résistance de l'air.

Ce corps ne prend l'état négatif que lorsque la sphère est fortement électrisée.

Lorsque le corps négatif est mince, l'intérieur donne aussi des signes négatifs : l'expérience suivante en est une preuve.

Remplacez l'enveloppe extérieure d'une bouteille de Leyde, par une enveloppe cylindrique de fer blanc; chargez la bouteille positivement, ôtez l'enveloppe extérieure en l'isolant, et vous verrez que l'intérieur de cette garniture donnera des signes d'électricité négative.

Je cite cette expérience parce qu'on a prétendu que tout le fluide de la bouteille de Leyde, résidait sur les deux faces opposées du verre : notre expérience a été répétée un grand nombre de fois, et nous avons toujours trouvé les mêmes résultats.

34. Examinons maintenant l'état d'un cylindre électrisé négativement, soit ABCD la coupe suivant CA. AB est l'arête extérieure, et CD l'arête intérieure; le fluide électrique qui se trouve dans le cylindre sera poussé vers la surface intérieure, par l'effet de la résistance électrique de l'air et par l'attraction de la matière du cylindre; cherchons de quelle manière il se distribuera sur cette surface. Négligeons d'abord l'action des corps environnans, et supposons que la densité électrique soit uniforme sur toute la longueur du cylindre, et qu'elle soit représentée par les ordonnées de la ligne rs ; si m est le milieu du cylindre, la molécule électrique a sera plus fortement attirée du côté de D par la matière propre du cylindre; pour qu'il y ait compensation, il faut donc que la répulsion des molécules électriques qui vient

du même côté, soit plus forte que celle qui vient du côté C ; pour que cela ait lieu , il faut diminuer la densité de b et la représenter par b' , on aura $b' < a$, on a aussi $b' < m$; car , sans cela la répulsion du côté D ne serait point supérieure à celle qui vient du côté C.

On voit d'après cela que si AB est la surface extérieure du cylindre, la densité intérieure peut être représentée par la courbe C'mD'. (Fig. 14.)

Si l'on présente un électromètre au milieu du cylindre , sur la surface extérieure , il devra indiquer une électricité moindre que vers les extrémités A et B , parce que ce point attirera avec moins de force le fluide électrique de l'électromètre.

L'inflexion de la couche dépend de la quantité d'électricité que le corps renferme et de son affinité pour ce fluide ; si cette affinité était moindre que la répulsion électrique , la cavité de la courbe serait placée dans un sens inverse , c'est ce qui arrive aux corps électrisés positivement ; car alors la répulsion des molécules électriques est supérieure à l'attraction qu'elles ont pour le corps.

35. Rétablissons maintenant l'action de l'atmosphère , et voyons ce qui doit arriver dans cette circonstance à un cylindre électrisé négativement ; soit m une molécule électrique située vers l'extrémité de ce cylindre. Imaginons par ce point les lignes BA , B'A', B''A'', les molécules situées sur la tangente A''B'' ne pourront communiquer aucun mouvement à la molécule m , mais celles qui se trouvent sur BA tendront à (Fig. 15.)

lui imprimer un mouvement répulsif dans le sens BA, parce que le fluide électrique de la partie *mn* qui coupe le cylindre est moins dense que celui d'une égale portion *ms* située de l'autre côté du cylindre.

Les molécules de B'A' produiraient un effet entièrement semblable, de sorte que la résultante de toutes ces répulsions doit pousser la molécule *m* vers l'autre extrémité du cylindre, où une force égale repousse aussi les molécules électriques qui s'y trouvent.

Ces deux répulsions opposées tendent à condenser le fluide vers le milieu du cylindre.

On doit conclure d'après cela que dans les corps négatifs le fluide électrique est repoussé avec plus de force dans les parties saillantes par les corps naturels environnans, et qu'en même temps ce fluide y est moins attiré par la matière du corps que dans d'autres parties centrales ou arrondies, et voilà pourquoi l'on dit que l'électricité qu'on appelle résineuse suit les mêmes lois que l'électricité vitrée, c'est-à-dire, qu'elle paraît plus dense vers les parties saillantes des corps à qui on a communiqué cette espèce d'électricité.

RÉPULSION DES MOLÉCULES ÉLECTRIQUES.

36. Les phisiciens Anglais, et principalement Lord Stanhope, ne reconnaissent point la répulsion respective des molécules électriques; ils ne donnent à ce fluide qu'une élasticité semblable à celle des gaz; mais ce refuge ne

détruit point la difficulté, il ne fait que la reculer, car d'où vient l'élasticité ?

Nous supposons que, dans les gaz, elle est produite par la répulsion du calorique ; mais peut-on donner la même cause à l'élasticité du fluide électrique ? Peut-on trouver un fluide plus subtil, capable de lui communiquer cette propriété ?

Je ne sais pourquoi, il répugnerait d'admettre des forces répulsives lorsque tout nous montre qu'elles existent dans la nature ; et, en effet, quelle force peut produire la fluidité des corps ? Qui peut maintenir les gaz dans leur état permanent d'élasticité ? Quel agent forme les vapeurs ?

Pourquoi les matières ne se solidifieraient-elles point, s'il n'existait aucune force répulsive capable de contrebalancer l'affinité qui tend à réunir les masses ?

Existerait-il des pores s'il n'existait que des forces d'attraction ? Nous regarderons donc les molécules comme pourvues d'une vertu répulsive.

ATTRACTION ET RÉPULSION DES CORPS ÉLECTRISÉS.

37. Pour comprendre tous les mouvemens d'attraction et de répulsion sous un même point de vue, nous allons analyser les forces qui concourent à produire ces mouvemens.

Nous supposerons que le fluide électrique est uniformément répandu sur la surface des corps

sphériques, de manière que l'on puisse considérer leurs masses comme réunies au centre; et comme le fluide électrique est retenu sur les corps par l'air et l'affinité de la matière, nous regarderons ce fluide comme inséparable du corps dans lequel il se trouve.

Mais, nous ne prétendons pas entendre par pression atmosphérique la pression ordinaire de 28 pouces de mercure : on verra à l'article foudre quelle est notre opinion sur ce sujet.

Pour le moment il nous suffit de savoir que cette pression, telle qu'elle est, et quelle qu'en soit la cause, est capable de retenir le fluide dans les corps où il se trouve en excès.

Désignons par a la masse du premier corps; par e la quantité de fluide; soit ϕ l'attraction d'une unité de masse du corps a pour une unité de fluide du corps a' .

Désignons aussi par a' , e' , ϕ' , les quantités correspondantes du second corps, et par f l'attraction d'une unité de la matière de a sur une pareille quantité de a' .

La force qui tend à réunir les deux corps, sera

$$aa'f + \phi ae' + \phi' a'e.$$

La répulsion produite par les mêmes molécules électriques sera $\pi ee'$.

π désignant la force répulsive d'une unité de fluide de a , sur une égale quantité de a' ; ainsi la force qui tend à rapprocher les deux corps a , a' sera exprimée par

$$aa'f + \phi ae' + \phi' a'e - \pi ee'.$$

II

Il y aura attraction, lorsque

$$aa'f + \phi ae' + \phi' a'e - \pi ee' > 0;$$

équilibre, lorsque

$$aa'f + \phi ae' + \phi' a'e - \pi ee' = 0;$$

répulsion, lorsque

$$aa'f + \phi ae' + \phi' a'e - \pi ee' < 0.$$

DES CORPS A L'ÉTAT NATUREL.

38. L'expérience et le calcul nous prouvent que la force $aa'f$, qui exprime l'attraction méculaire est une force infiniment petite pour les corps de grandeur ordinaire.

Pour simplifier nos formules, nous négligerons cette quantité, et alors, dans le cas d'équilibre, on aura

$$\phi ae' + \phi' a'e - \pi ee' = 0:$$

cette formule nous montre qu'il y aura toujours équilibre entre deux corps à l'état naturel, à quelque distance qu'ils soient placés, pourvu que les forces ϕ , ϕ' , π , f , agissent suivant la même loi des distances, ce qui a effectivement lieu; car, d'après les expériences de Coulomb, ces forces sont en raison inverse du carré des distances: examinons l'influence de l'atmosphère sur les corps à l'état naturel.

Il faut supposer que dans cet état, l'électricité répandue à leur surface et dans leur intérieur, est proportionnelle à leur masse et à leur affinité pour le fluide, de sorte que l'on

aura

$$e : e' :: \phi a : \phi' a',$$

ou

$$\phi a e' = \phi' a' e;$$

Si a'' est un élément de l'atmosphère, et ϕ'' son affinité électrique, on aura

$$\phi' a' e'' = \phi'' a'' e',$$

ou

$$e'' = \frac{\phi'' a'' e'}{\phi' a'};$$

l'attraction des deux corps a, a'' , sera

$$\phi a e'' + \phi'' a'' e - \pi e e'',$$

ou

$$\begin{aligned} \phi a \left(\frac{\phi'' a'' e'}{\phi' a'} \right) + \phi'' a'' e - \pi e \left(\frac{\phi'' a'' e'}{\phi' a'} \right) \\ = \frac{\phi'' a''}{\phi' a'} [\phi a e' + \phi' a' e - \pi e e']; \end{aligned}$$

Or, l'expression comprise entre parenthèses est l'équation d'équilibre entre a et a' , par conséquent l'expression est nulle : donc le corps a'' ne peut pas troubler l'équilibre des corps naturels a, a' : donc, tous les corps à l'état naturel, sont en équilibre.

ACTION D'UN CORPS NÉGATIF SUR UN CORPS À L'ÉTAT NATUREL.

39. Lorsque a et a' sont à l'état naturel, on a

$$\phi a e' + \phi' a' e - \pi e e' = 0,$$

et comme

$$\phi a e' = \phi' a' e;$$

on en déduit

$$2\phi a = \pi e.$$

Supposons que e devienne $e - \delta$, le corps a sera négatif, et la force d'attraction sera

$$\phi a e' + \phi' a' (e - \delta) - \pi e' (e - \delta) = \delta (\pi e' - \phi' a'),$$

et comme $\pi e' = 2\phi' a'$; la force d'attraction devient $\delta \phi' a'$; quantité positive; donc, il y aura attraction.

40. L'expérience confirme ce résultat, et les partisans d'un double fluide sont obligés, pour expliquer cette attraction, de supposer une décomposition du fluide naturel du corps; car ils admettent qu'un corps électrisé n'a aucune action sur un corps à l'état naturel.

Les corps non conducteurs ont plus d'attraction pour le fluide que les corps conducteurs, par conséquent ϕ' est plus grand pour les premiers que pour les seconds, et par suite la force d'attraction $\delta \phi' a'$ suit la même loi.

Nous avons supposé que l'électricité était également répandue sur la surface des corps a , a' , mais l'attraction que le fluide de a' éprouve de la part du corps négatif a , jointe à la répulsion des corps environnans, attire le fluide vers la partie antérieure, et cette nouvelle distribution, rapprochant les forces attractives, augmente la force d'attraction; lorsque le corps électrisé est mobile et que l'autre est fixe, il arrive quelquefois que l'attraction paraît se changer en répulsion: voici l'explication de ce fait. Si a était seul, il serait également attiré de tout côté par les molécules aériennes; mais, comme il se trouve en présence de a' , le résultat des attractions totales sera égal à l'attraction

d'un volume d'air égal à a' , situé de l'autre côté du corps a et à la même distance que a' .

Désignant par a'' , ϕ'' , e'' , la masse d'air, son affinité électrique et la quantité de fluide qu'il contient ; la force d'attraction entre a , a' , sera comme ci-dessus $\delta\phi''a''$, et comme cette force agit dans un sens opposé à celle qui tend à réunir les deux corps, la résultante est

$$\delta(\phi'a' - \phi''a''),$$

or
$$\phi'a' - \phi''a'' = \frac{1}{2}\pi(e' - e''),$$

donc la force d'attraction se change en

$$\frac{1}{2}\delta\pi(e' - e''),$$

il y aura

équilibre si $e'' = e'$,

attraction si $e' > e''$,

répulsion si $e' < e''$.

L'air est un corps isolant qui contient plus de fluide électrique que les corps conducteurs, de sorte que si e'' était plus grand que e' , la force $\frac{1}{2}\delta\pi(e' - e'')$ se changerait en répulsion si le corps a' n'éprouvait aucun changement dans la distribution de son électricité au moment où il est porté en présence du corps négatif.

Supposons que la densité de l'air soit $\frac{1}{g}$ lorsque celle de a' est l'unité ; la masse a'' ayant le même volume que a' sera égale à $\frac{a'}{g}$, la force

d'attraction de a' vers a se change en

$$\delta' a' \left(\phi' - \frac{\phi''}{\varepsilon} \right);$$

il y aura

attraction si $\phi' > \frac{\phi''}{\varepsilon}$,

équilibre si $\phi' = \frac{\phi''}{\varepsilon}$,

répulsion si $\phi' < \frac{\phi''}{\varepsilon}$.

On voit aussi que l'attraction sera d'autant plus grande que l'air sera plus dense.

ACTION D'UN CORPS ÉLECTRISÉ POSITIVEMENT SUR UN CORPS A L'ÉTAT NATUREL.

41. Supposons que l'on communique au corps a un état positif, par une addition de fluide égale à δ ; la force d'attraction sera

$$\phi a e' + \phi' a' e - \pi e e' + \delta (\phi' a' - \pi e'),$$

les trois premiers termes se détruisent et l'attraction se réduit à

$$\delta (\phi' a' - \pi e') = - \delta \phi' a',$$

ce qui exprime une répulsion.

42. Lorsqu'on présente de petits corps légers à un corps électrisé positivement, on remarque à-la-fois des attractions et des répulsions.

Le résultat que nous venons d'obtenir nous

fournit l'explication des répulsions ; quant aux attractions, voici ce qui arrive : le corps électrisé refoule le fluide des petits corps vers leurs parties postérieures ou il les fait passer à l'état négatif en chassant une partie de leur fluide, et, dans les deux cas, il doit y avoir attraction.

La répulsion naturelle est aussi quelquefois augmentée par une nouvelle addition de fluide que le corps naturel reçoit par rayonnement du corps électrisé ; mais ce qui prouve l'exactitude de notre résultat théorique, c'est qu'une feuille métallique suspendue à un fil de soie se trouve repoussée par un corps positif dans le premier moment où ils sont en présence. Il faut avoir soin de présenter la face de la feuille et non le tranchant, parce que, dans ce cas, l'électricité serait repoussée vers la partie la plus éloignée, et alors il y aurait attraction.

43. Lorsqu'avec la théorie d'un double fluide ; on veut expliquer cette première répulsion, on est obligé de supposer que la feuille reçoit par rayonnement une partie du fluide vitré du corps électrisé ; or, si cela se passait ainsi, la feuille ne devrait-elle pas recevoir, à plus forte raison, une plus grande addition de fluide vitré, lorsqu'elle présente sa pointe au corps électrisé ? et cependant dans ce cas il n'y a pas répulsion.

44. Si le corps électrisé a est mobile et l'autre fixe, il sera repoussé par a' et par un égal volume d'air a'' : la première répulsion égale $\delta\phi'a'$, la seconde est $\delta\phi''a''$, donc la tendance des deux corps est

$$\delta(\phi''a'' - \phi'a') ;$$

cette expression se réduit à

$$\delta a' \left(\frac{\phi'}{\varepsilon} - \phi \right), \text{ ou } \frac{1}{2} \pi \delta (e'' - e').$$

Il faut remarquer que cette expression est de signe contraire à celle trouvée (art. 40); de sorte que, lorsqu'il y aura attraction d'un côté, il y aura répulsion de l'autre.

45. Pour vérifier ce résultat, prenez une feuille de métal suspendue par un fil de soie, à un point fixe; touchez cette feuille avec le crochet d'une bouteille de Leyde, puis présentez-lui à une certaine distance une feuille semblable que vous tiendrez isolée à l'extrémité d'un morceau de gomme-laque, remarquez le premier mouvement de votre feuille mobile, puis détruisez son électricité primitive et communiquez-lui une électricité opposée, en la touchant avec la garniture extérieure de la bouteille de Leyde que vous tiendrez par son crochet, et alors, en lui présentant de nouveau la feuille à l'état naturel et toujours isolée, vous remarquerez un mouvement répulsif, tandis que dans la première expérience vous aviez un mouvement attractif.

ACTION D'UN CORPS POSITIF SUR UN CORPS

NÉGATIF.

46. Mettons $e + \delta$, $e' - \delta'$, à la place de e , c' dans la force d'attraction

$$\phi a e' + \phi' a' e - \pi e e',$$

on aura

$$\begin{aligned} & \phi a (e' - \delta') + \phi' a' (e + \delta) - \pi (e + \delta) (e' - \delta') \\ &= \phi a e' + \phi' a' e - \pi e e' + \delta' (\pi e - \phi a) + \delta (\phi' a' - \pi e') + \pi \delta \delta'. \end{aligned}$$

Les trois premiers termes étans nuls, la force devient

$$\delta'(\pi e - \phi a) + \delta(\phi' a' - \pi e') + \pi \delta \delta',$$

ou
$$\delta' \phi a - \delta \phi' a' + \pi \delta \delta'$$

47. On conçoit qu'il pourrait y avoir répulsion si δ' était très-petit, c'est-à-dire, si le corps négatif était faiblement électrisé, et cela ne doit pas étonner; car, ayant prouvé qu'un corps positif doit repousser un corps à l'état naturel, on doit prévoir que la répulsion ne peut pas se changer subitement en attraction si l'on enlève peu-à-peu au corps naturel une partie de son fluide pour lui communiquer un état négatif.

$$\text{Si } \delta = \delta',$$

$$\text{alors on aura } \delta(\phi a - \phi' a') + \pi \delta^2;$$

et si les deux corps sont de même matière, c'est-à-dire, si $\phi = \phi'$, la force devient

$$\delta \phi (a - a') + \pi \delta^2,$$

quantité toujours positive si

$$a = \text{ou} < a'.$$

Il faut remarquer que le mouvement des deux corps a, a' , doit être influencé par l'action (Fig. 16.) de l'atmosphère, car le corps négatif a' est attiré vers a' par un volume d'air égal à celui du corps a , et ce dernier corps est poussé au contraire vers a' par une sphère d'air a'' égale à a' .

RÉPULSION DES CORPS ÉLECTRISÉS POSITIVEMENT.

48. Nous aurons l'expression de la force

attractive de a et a' en mettant $+\delta'$ à la place de $-\delta'$, dans le résultat précédent, ce qui donne

$$-\delta'\phi a - \delta\phi'a' - \pi\delta\delta';$$

cette valeur étant négative, les deux corps doivent se repousser, mais cette force de répulsion est diminuée par la répulsion des molécules d'air.

D'après ce que nous avons vu, la sphère a sera repoussée par a'' avec une force égale à

$$\delta\phi''a'' = \delta\phi''\frac{a'}{\varepsilon},$$

et comme cette force agit dans un sens opposé à celle d'écartement, celle-ci devient

$$\delta'\phi a + \delta\phi'a' + \pi\delta\delta' - \delta\phi''\frac{a'}{\varepsilon}.$$

Ce qui prouve que l'écartement de deux corps électrisés positivement sera d'autant plus grand que la densité de l'air sera plus faible.

Si les deux corps électrisés sont égaux, de même matière, et également électrisés, on aura

$$a = a', \phi = \phi', \delta = \delta';$$

et la force d'écartement sera

$$2a\phi\delta + \pi\delta^2 - a\frac{\phi''\delta}{\varepsilon} = \delta\pi(e + \delta - \frac{1}{2}e').$$

L'expérience a prouvé que dans tous les corps électrisés, il y a toujours eu écartement, quelque petite que fût la dose d'électricité dont

ils étaient pourvus ; il faut donc que $e + \delta > \frac{1}{2} e''$ quelle que soit la valeur de δ , ce qui exige que $e =$ ou $> \frac{1}{2} e''$.

On peut déduire de ce résultat un moyen de trouver l'*électricité spécifique naturelle* d'un corps dont la quantité de fluide naturel e serait plus petite que e'' .

En effet, on prendra deux corps égaux, on leur communiquera une légère quantité de fluide avec un petit corps isolé et électrisé, et si μ désigne la quantité de fluide apportée par chaque contact, et qu'il faille faire m contact pour arriver au point où l'attraction se changera en répulsion,

$$\text{on aura } e + m\mu = \frac{1}{2} e'';$$

faisant la même opération sur un autre corps de la même espèce,

$$\text{on aura } e' + m'\mu = \frac{1}{2} e'',$$

$$\text{d'où } e - e' = \mu(m - m'),$$

$$\text{ou } e = e' + \mu(m - m');$$

ce qui fait connaître les quantités relatives de fluide e, e' .

ACTION DES CORPS A L'ÉTAT NÉGATIF.

49. Lorsque deux corps a, a' sont à l'état naturel,

$$\text{on a } \phi a e' + \phi' a' e - \pi e e' = 0;$$

mais si les corps passent à l'état négatif en

perdant δ , δ' de leur fluide, la force qui tend à les réunir sera

$$\phi a (e' - \delta') + \phi' a' (e - \delta) - \pi (e - \delta)(e' - \delta')$$

$$\Rightarrow \delta \phi' a' + \delta' \phi a - \delta \delta' \left(\frac{\phi a}{e} + \frac{\phi' a'}{e'} \right)$$

$$B \dots = \frac{\delta \phi' a'}{e'} (e' - \delta') + \frac{\delta' \phi a}{e} (e - \delta),$$

et comme $e' > \delta'$, $e > \delta$.

L'expression ci-dessus est positive; ce qui indique une attraction d'autant plus faible que les corps sont plus fortement électrisés.

Tel serait effectivement le mouvement des corps, si l'atmosphère et les corps environnans n'avaient aucune influence pour leur communiquer un mouvement contraire.

Mais l'action de l'atmosphère produit un effet opposé; car le corps a sera attiré du côté opposé à a' par un volume d'air égal à celui de a' , tandis que a' sera attiré dans un sens opposé par un autre volume d'air égal à a ; ces deux attractions de la part de l'atmosphère se réunissent pour former l'écartement des deux corps négatifs.

Nous avons trouvé précédemment que l'attraction de a'' sur le corps a est

$$= \delta \phi'' a'' = \delta \frac{a'}{e} \phi'',$$

diminuant cette quantité de l'expression B, la

force de répulsion qui éloigne a de a' sera cette différence, c'est-à-dire,

$$\delta \frac{\phi'' a'}{e} - \delta \frac{\phi' a'}{e'} (e' - \delta') - \delta' \frac{\phi a}{e} (e - \delta).$$

Si $a = a'$, $\delta = \delta'$,

$$\text{on aura } \delta \phi'' a'' - 2 \frac{\phi a \delta}{e} (e - \delta),$$

$$\text{ou } \frac{1}{2} \delta \pi e'' - \pi \delta (e - \delta) = \pi \delta (\frac{1}{2} e'' + \delta - e),$$

pour qu'il y ait écartement, il faut que

$$\frac{1}{2} e'' + \delta' > e;$$

dans tous les corps électrisés négativement on a toujours remarqué un écartement, de sorte que, l'on peut conclure que

$$e = \text{ou} < \frac{1}{2} e'';$$

or, nous avons trouvé (art. 48)

$$e = \text{ou} > \frac{1}{2} e'',$$

$$\text{donc } e = \frac{1}{2} e'',$$

cependant il est prudent de ne pas prendre à la lettre ce résultat : car il se fait toujours des mouvemens dans l'électricité des corps au moment où ils sont en présence, et nos formules n'ont pu embrasser cette circonstance, de sorte que ces calculs donnent une approximation qui n'est pas toujours parfaitement vigoureuse.

50. Nous avons supposé que le fluide électrique était retenu à la surface des corps par la pression et la résistance de l'air; mais, malgré

ces obstacles, il s'échappe toujours et avec d'autant plus de facilité que l'air est moins dense ; delà vient que dans le vide, les corps perdent presque subitement leur électricité, et que ceux qui sont à l'état négatif acquièrent une facilité qu'ils n'avaient point auparavant, pour dérober aux corps environnans le fluide naturel qui leur manque ; car on doit regarder l'air qui environne un corps négatif comme une lame isolante, semblable au verre qui sépare les deux garnitures de la bouteille de Leyde.

51. Dans deux corps électrisés positivement ; une augmentation de pression produirait deux effets : 1.^o Le fluide électrique serait retenu avec plus de force, et les corps pourraient se charger d'une plus forte quantité de fluide, ce qui tendrait à augmenter la répulsion ; 2.^o D'un autre côté la densité de l'air, étant un des élémens de la force d'écartement, produirait en cette qualité, par son augmentation, un affaiblissement dans la répulsion ; il s'agit donc de savoir sous quelle pression de l'atmosphère la répulsion de deux corps supposés en contact avec un conducteur positif, parviendrait à son maximum d'écartement.

Pour résoudre cette question, nous sommes forcés de faire une hypothèse ; mais cette hypothèse paraît conforme à la nature ; nous supposons que la quantité de fluide qu'un corps peut retenir à la surface, par la pression et la résistance de l'air, est proportionnelle à la densité de ce gaz ; de sorte que si le corps a , retient la quantité δ , lorsque la densité de l'air est

$\frac{1}{\varepsilon}$ la quantité δ' qu'il pourra conserver, si la densité devient $\frac{1}{\varepsilon'}$, se trouvera par la proportion

$$\delta : \delta' :: \frac{1}{\varepsilon} : \frac{1}{\varepsilon'};$$

prenons la formule d'écartement

$$\delta'(\phi a + \pi \delta) + \delta a' \left(\phi' - \frac{\phi''}{\varepsilon} \right)$$

et supposons pour simplifier la question que

$$a = a', \delta = \delta', \phi = \phi',$$

alors on aura

$$2\phi a \delta + \pi \delta^2 - a \frac{\phi'' \delta}{\varepsilon} = \frac{\delta' \varepsilon'}{\delta};$$

$\delta' \varepsilon'$ est une quantité constante ;

et l'équation d'écartement devient

$$2\phi a + \pi \delta^2 - a \frac{\phi'' \delta^2}{\delta' \varepsilon'};$$

différentiant cette expression, en regardant δ comme variable, on obtient

$$2\phi a + 2\pi \delta - \frac{2a\phi'' \delta}{\delta' \varepsilon'} = 0;$$

représentant par δ' la valeur de δ , donnée par

l'équation ci-dessus, on aura

$$\delta' = \frac{\phi a}{\frac{a\phi''}{\delta'\xi'}} - \pi = \frac{\phi a}{\frac{\xi a''\phi''}{\delta'\xi'}} - \pi;$$

mais

$$\frac{\xi}{\delta'\xi'} = \frac{1}{\delta};$$

donc

$$\delta' = \frac{\phi a \delta}{a''\phi'' - \pi\delta} = \frac{\delta\phi a}{\pi(\frac{1}{2}e'' - \delta)};$$

quantité positive, pourvu que

$$\frac{1}{2}e'' > \delta:$$

une seconde différentiation donnera

$$\begin{aligned} \pi - \frac{a\phi''}{\delta'\xi'} &= \pi - \xi \frac{a''\phi''}{\delta'\xi'} \\ &= \pi - \frac{a''\phi''}{\delta} = \frac{\pi\delta - \frac{1}{2}\pi e''}{\delta} = \frac{\pi(\delta - \frac{1}{2}e'')}{\delta}, \end{aligned}$$

quantité négative, par conséquent la valeur de δ' est un maximum.

La substitution de δ' dans la formule d'écartement donne

$$\frac{\phi^2 a^2 \delta}{\pi(\frac{1}{2}e'' - \delta)};$$

quantité positive, ce qui indique réellement un écartement; on peut voir que cette expres-

sion est indépendante de la densité primitive ϱ ,
car elle se réduit à

$$\frac{\phi \cdot a^2 \delta \varrho}{a\phi'' - \pi \delta \varrho}$$

et comme $\delta \varrho$ est invariable, l'expression ne dépend que de a , ϕ , ϕ'' .

Ce résultat va nous faire pressentir une propriété bien remarquable : on sait, d'après les expériences de M. Dessaigues, que la pression qui donne un maximum d'écartement est environ le $\frac{1}{3}$ -en sus de la pression ordinaire de l'atmosphère ; et, si les deux boules soumises à l'expérience sont de cuivre, on aura $\varrho = 7000$; et, si ϱ' désigne la densité qui donne un maximum, on aura

$$\frac{1}{\varrho'} = \frac{1}{\varrho} + \frac{1}{3\varrho} = \frac{1}{7000} + \frac{1}{21000} = \frac{4}{21000} = \frac{1}{5222},$$

$$\text{ou } \varrho' = 5222 ;$$

nous avons trouvé que

$$\delta l = \frac{\delta \phi a}{a'' \phi'' - \pi \delta},$$

on a aussi $\delta' \varrho' = \delta \varrho$, ou

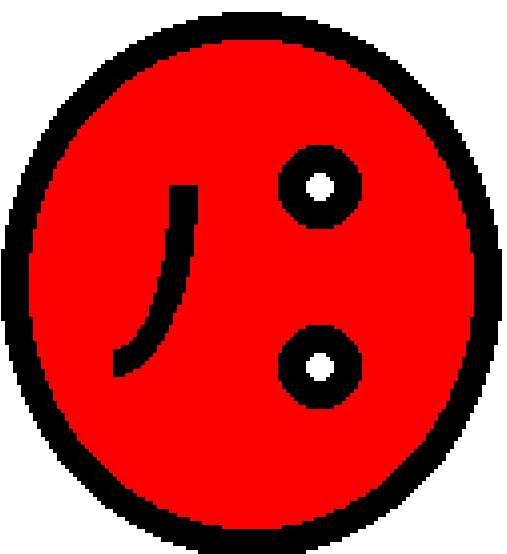
$$\varrho' = \frac{\delta \varrho}{\delta l} = \frac{\delta \varrho (a'' \phi'' - \pi \delta)}{\delta \phi a} = \frac{a\phi'' - \pi \delta \varrho}{\phi a} = \frac{\phi''}{\phi} - \frac{\pi \delta \varrho}{\phi a},$$

c'est-à-dire que

$$5522 = \frac{\phi''}{\phi} - \frac{\pi \delta \varrho}{\frac{1}{2} \pi e} = \frac{\phi''}{\phi} - \frac{2 \delta \varrho}{e}.$$

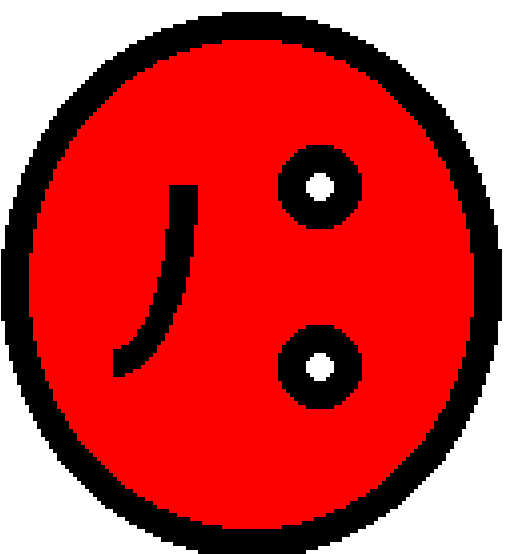
Nous

CNUM



**Lacune dans la
numérisation**

CNUM



**Lacune dans la
numérisation**

BOUTEILLE DE LEYDE.

56. On fait communiquer le conducteur positif de la machine électrique avec le crochet de la bouteille : ce crochet communique lui-même avec l'intérieur de la bouteille qui est doublée en feuilles métalliques. (Fig. 18.)

Le fluide électrique se porte sur cette doublure, et s'il pouvait traverser le verre, il se porterait sur la doublure extérieure; mais, ne pouvant franchir cet obstacle qu'en petite quantité, il agit à distance sur la doublure métallique extérieure et avec d'autant plus de force que l'épaisseur du verre se trouve plus petite.

Le fluide de la doublure est repoussé vers l'extrémité de la chaîne, que je suppose d'abord isolée et terminée en D.

La quantité de fluide répandue sur chaque point de cette chaîne sera en raison inverse de sa distance à la bouteille, elle pourra être figurée par les ordonnées bD , de la couche ab , de sorte qu'au point D, la chaîne sera électrisée positivement; la doublure extérieure, ayant perdu une partie du son fluide, passera à l'état négatif, et, exercera une attraction plus forte sur le fluide de l'intérieur de la bouteille, de sorte qu'il pourra accumuler, dans cet intérieur, une plus grande quantité de fluide que dans le cas où la bouteille n'aurait point d'enveloppe extérieure.

Supposons maintenant que l'on touche le

4*

point D avec un corps isolé qui puisse lui enlever une partie de son fluide électrique, la densité électrique de la chaîne diminuera et sera représentée par la courbe $a'b'$; la doublure extérieure ayant perdu une nouvelle quantité de fluide, acquerra un état négatif plus intense et son attraction pour le fluide intérieur de la bouteille sera encore augmentée; de sorte que la doublure intérieure enlèvera une nouvelle quantité de fluide au corps conducteur A.

Si l'on fait un troisième contact avec la chaîne, pour lui enlever une nouvelle portion de son fluide, la garniture extérieure perdra encore une partie de son fluide, agira plus fortement sur l'intérieur de la bouteille, et le conducteur cédera de nouveau une autre portion de son fluide. En continuant ce procédé il y aura accumulation de fluide dans l'intérieur jusqu'au moment où la résistance de l'air se trouvera trop faible pour retenir le fluide; car, il est retenu par deux forces : 1.^o par la résistance de l'air; 2.^o par l'attraction des enveloppes, et il est repoussé par la répulsion mutuelle de ses molécules.

La première des forces que nous venons d'énumérer, est une force constante; la deuxième a une limite, et la troisième va toujours en augmentant; il arrivera donc un moment où la répulsion fera équilibre aux deux autres forces: si l'on dépasse cette limite, la résistance de l'air se trouvera trop faible et le fluide s'échappera par rayonnement.

Au lieu de charger la bouteille de Leyde

par des contacts successifs, concevons que l'on allonge la chaîne jusqu'en D' , la garniture perdra une portion de son fluide, puisque la partie DD' de la chaîne passera à l'état positif, et si l'on ajoute une seconde portion de chaîne $D'D''$, il y aura encore une nouvelle accumulation d'électricité. (Fig. 19.)

57. On conçoit maintenant que toutes ces additions successives peuvent former une chaîne indéfinie qui peut représenter le réservoir commun, et alors la bouteille arrive presque subitement à son maximum de charge.

On peut se dispenser d'employer une chaîne, il suffit de tenir la garniture extérieure avec la main et de présenter le crochet au conducteur électrisé.

58. Lorsque la bouteille est ainsi chargée, la garniture extérieure est dans un état négatif, tandis que le crochet et la garniture intérieure sont l'un et l'autre à l'état positif; aussi suffit-il de faire communiquer les deux faces avec un excitateur pour provoquer une vive étincelle, produite par le mouvement du fluide électrique qui reflue de l'intérieur vers la face extérieure de la bouteille.

Et si l'on établit soi-même cette communication en tenant d'une main la bouteille et touchant avec l'autre son crochet, on sentira une forte commotion dans les articulations.

BOUTEILLE NÉGATIVE.

59. On met en contact le crochet de la bouteille, avec un conducteur négatif, ou

l'enveloppe extérieure avec le conducteur positif; dans l'un et l'autre cas l'intérieur de la bouteille parvient à l'état négatif, et alors on dit que la bouteille est chargée négativement.

Mais comme la plupart de nos machines électriques ne sont disposées que pour fournir une électricité positive, nous allons d'abord supposer que l'extérieur de la bouteille communique avec le conducteur positif, et que pendant ce temps l'on tient la bouteille par son crochet avec la main, ou bien que ce crochet communique au réservoir commun par l'intermédiaire d'un chaîne *aD*.
(Fig. 18.)

Alors, le conducteur A repoussera le fluide de l'intérieur de la bouteille et le forcera à s'échapper dans le réservoir commun, et l'enveloppe intérieure devenant négative, exercera une plus grande attraction sur le fluide de l'enveloppe extérieure, ce qui procurera une nouvelle accumulation.

On voit que cette explication ne diffère pas de celle que nous avons donnée lorsque le crochet communiquait avec le conducteur positif.

60. Supposons maintenant que l'on mette en contact le crochet de la bouteille avec un conducteur négatif A :

Le conducteur n'ayant pas son fluide naturel attirera le fluide de la garniture intérieure et lui communiquera son état négatif; son action attractive s'étendra sur l'enveloppe extérieure et sur la chaîne *aD*, et la densité de cette

chaîne prendra une marche progressive de décroissement depuis la garniture jusques à l'extrémité D qui sera à l'état négatif.

Si l'on touche ce point avec un corps isolé à l'état naturel, il enlèvera une partie du fluide qu'on lui présente, et cette augmentation de fluide procurera une nouvelle répulsion sur la garniture intérieure, ce qui déterminera un état négatif plus intense.

61. Puisque chaque contact produit une nouvelle accumulation sur la face extérieure et une déperdition dans l'intérieur, on peut produire à la fois les mêmes effets, en faisant communiquer le crochet avec le réservoir commun, soit en le tenant avec la main, soit à l'aide d'un chaîne conductrice.

Puisque dans la charge d'une bouteille de Leyde, le fluide naturel de la garniture extérieure s'échappe par la répulsion de celui qu'on accumule dans l'intérieur ; il s'en suit que si le fluide naturel de la garniture intérieure, est augmenté de la quantité δ , celui de la face extérieure sera diminué d'une quantité moindre que δ ; par conséquent, si l'on isole une bouteille chargée positivement, les deux faces conserveront un état positif, lorsqu'on aura provoqué une décharge avec un excitateur isolé.

62. Il existe cependant un moyen d'égaliser les états électriques des deux enveloppes d'une bouteille de Leyde ; il faut, pour y parvenir, tenir la bouteille sur un isoloir et détacher la chaîne de communication avant d'avoir séparé

la bouteille de son contact avec le conducteur ; car alors , le fluide du conducteur et celui qui se rassemble dans la bouteille , agissent ensemble pour repousser le fluide de la garniture extérieure ; de sorte que , si cette garniture est assez volumineuse , elle pourra faire une perte de fluide égale ou supérieure à l'augmentation que l'intérieur de la bouteille aura pu acquérir , après la séparation du conducteur.

63. On peut confirmer cette vérité théorique à l'aide d'une expérience facile à faire :

Faites communiquer l'extérieur de la bouteille avec de grands conducteurs isolés , tels que les conducteurs qui accompagnent ordinairement les machines électriques ; ajoutez à ces conducteurs une chaîne destinée à laisser écouler le fluide électrique dans le réservoir commun , et lorsque vous jugerez que la bouteille est chargée , enlevez la chaîne et vous trouverez que ces conducteurs sont négatifs , et en excitant une décharge électrique , il ne restera plus aucune trace d'électricité positive.

On doit donc conclure qu'en augmentant le volume de la garniture extérieure , la détonation doit augmenter aussi.

64. On avait pensé que les garnitures métalliques n'avaient d'autres fonctions que de servir de communication entre les deux faces du verre ; cette hypothèse était appuyée sur des expériences qu'on a faites , et desquelles on a voulu conclure que le fluide électrique ne réside que sur les faces opposées du verre de la bouteille.

Ayant voulu vérifier cette expérience ; nous nous sommes procuré une bouteille de Leyde dont la garniture extérieure était formée par une espèce de gobelet en fer blanc, qui pouvait se détacher de la bouteille ; après avoir électrisé cet appareil, nous l'avons placé sur un isoloir ; un cordon de soie, engagé dans son crochet, nous a servi à séparer l'enveloppe extérieure, qui a été aussitôt présentée à un électromètre, et nous avons toujours remarqué des signes d'électricité négative.

65. Cependant comme l'expérience prouve qu'une bouteille de Leyde se trouve encore chargée lorsqu'on a remplacé les garnitures par des garnitures nouvelles non électrisées, on doit conclure que le verre du côté négatif a perdu une plus grande quantité de fluide que le conducteur métallique qui l'enveloppe ; cette conclusion est parfaitement conforme à ce qu'on doit attendre de la grande affinité électrique des corps isolans.

66. Portez une bouteille de Leyde dans l'obscurité et soufflez sur le crochet pour lui communiquer un léger degré d'humidité, vous verrez, lorsque la bouteille est chargée positivement, des traînées de fluide s'écouler de l'intérieur vers la garniture extérieure, et lorsque la bouteille sera chargée négativement, le fluide paraîtra suivre une marche contraire.

Ces résultats annoncent que l'état positif est produit par une accumulation de fluide, et que l'état négatif provient d'une diminution dans le fluide naturel ; car, si l'on voulait admettre

que ce dernier état est produit par la saturation d'un fluide particulier ; il faudrait expliquer pourquoi dans les divers mouvemens de l'expérience, que nous venons de citer, il n'y a eu de mouvement que de la part du fluide vitré, quoique cependant l'accumulation électrique de ce fluide, sur la face extérieure, dût être moindre que celle du fluide résineux répandu sur la face intérieure, lorsque celle-ci a communiqué avec un conducteur négatif.

ACTION DES POINTES.

67. On a remarqué que la commotion électrique d'une bouteille de Leyde se fait sentir presque instantanément à des points distants de plus de 4000 mètres. On peut se rendre raison de cette vitesse prodigieuse du fluide électrique en observant les effets qu'il produit dans les attractions et les répulsions électriques.

Meltons en présence deux boules électrisées positivement, elles se repousseront, et, pour leur faire équilibre, il faudra un certain poids.

Supposons que la répulsion du fluide a puisse imprimer à une molécule électrique de a' une vitesse capable de lui faire parcourir l'espace v dans une seconde ; la quantité de mouvement que le fluide entier de a' recevra de la part du fluide de a sera égal à mv : m étant la masse du fluide et comme cette quantité fait équilibre au mouvement imprimé par le corps pesant M ,

$$\text{on aura } Mg = mv.$$

On sait que $g = 15$ pieds, par conséquent,

$$v = \left(\frac{M}{m} \right) 15 \text{ pieds.}$$

Les corps électrisés n'acquièrent aucun accroissement de poids, de sorte que l'on peut supposer que $\frac{M}{m} = 100$ millions, on aura, d'après cette hypothèse,

$$v = 1500 \text{ millions de pieds,}$$

$$\text{ou} \quad v = 100,000 \text{ lieues ;}$$

c'est-à-dire que le fluide électrique du corps a peut imprimer aux molécules électriques du corps a' une vitesse de 100,000 lieues par seconde, et si les corps agissaient à une plus petite distance, cette vitesse augmenterait encore.

68. Ce calcul doit faire pressentir combien la vitesse devient immense lorsque le fluide est condensé et qu'il trouve le moyen de s'échapper à travers un corps conducteur qui n'oppose à son passage qu'une légère résistance.

POUVOIR DES POINTES.

69. Nous avons déjà remarqué que lorsque le fluide électrique est en excès dans un corps, il se condense dans les parties saillantes : cette condensation peut devenir assez forte pour soulever la résistance de l'air et laisser échapper le fluide électrique par une espèce de rayonnement semblable au rayonnement du calorique.

70. Franklin s'aperçut le premier de ce pouvoir surprenant des pointes, et cette découverte ne resta point infertile entre ses mains; il en sut tirer habilement le parti le plus utile et le plus avantageux à l'humanité, en l'appliquant à la construction des paratonnerres.

ACTION DES POINTES POUR LANCER LE FLUIDE
ÉLECTRIQUE.

71. Franklin en donna la véritable explication en l'attribuant à la répulsion des molécules électriques. Ce que nous avons dit (art. 22), peut servir de démonstration.

ACTION D'UNE POINTE POUR SOUTIRER LE FLUIDE
ÉLECTRIQUE.

72. Lorsque les pointes sont placées sur les conducteurs électrisés, elles lancent le fluide avec d'autant plus de force qu'elles sont plus aiguës; mais, en est-il de même, lorsque les pointes au lieu d'être fixées à ces corps, elles en sont éloignées et destinées à soutirer le fluide pour le conduire dans le réservoir commun?

Cette question n'a pas été complètement résolue jusqu'à ce moment.

73. Franklin qui découvrit le premier, par expérience, cette précieuse faculté des pointes métalliques, voulut en donner une démonstration théorique; voici son raisonnement : le
(Fig. 20.) corps positif A agit par répulsion sur le fluide électrique de la pointe *ab*, et celle-ci, réagissant à son tour, attire le fluide électrique du corps

A, et l'avantage de cette pointe sur un corps rond consiste, dit-il, en ce que la pointe métallique n'attire que par petites parties le fluide électrique de A, et détermine plus aisément celui-ci à se séparer du corps électrisé qui le retient.

On voit que cette démonstration ne prouve point que la pointe *ab* doive produire plus d'effet qu'une pointe double et même qu'un corps arrondi.

74. *Æpinus* donna une démonstration différente; mais nous pensons qu'elle est inexacte comme celle de *Franklin*; nous la rapportons ici en substance, pour faire juger ce qu'elle laisse à désirer.

Le corps A repousse le fluide électrique de la pointe *abc*, et l'extrémité *a* passant à l'état négatif attire le fluide de A : si l'on conçoit une deuxième pointe *a'b'c'* placée à côté de la première, elle produira un effet semblable, et si l'on rapproche les deux pointes pour les réunir, le fluide rassemblé vers *bc* s'opposera au mouvement du fluide de la pointe *a'* vers *b'c'*, de sorte que cette dernière pointe acquerra un état négatif moins intense que si elle était seule. (*Fig. 21.*)

La pointe *abc* éprouvant la même diminution dans son état électrique, *Æpinus* conclut qu'une petite pointe effilée a plus d'efficacité pour soutirer le fluide qu'une pointe plus évasée.

75. On voit sans peine que cette démonstra-

tion n'est pas rigoureuse, et en effet, le raisonnement dont se sert *Æpinus* prouve bien qu'en joignant deux pointes ensemble l'état négatif de chacune est diminué, mais il ne prouve pas que la somme des attractions qu'elles exercent lorsqu'elles sont réunies est moindre que l'attraction qu'une seule exercerait si elle était isolée, et cependant, c'est ce qu'il faudrait démontrer pour prouver la supériorité des pointes aigues sur les pointes mousses.

76. La démonstration d'*Æpinus* devient exacte lorsqu'on l'applique à la théorie des deux fluides ; mais alors, la pointe, au lieu d'attirer à elle le fluide du corps électrisé, ne fait que lancer vers ce corps un fluide contraire, qui neutralise celui qu'il avait déjà.

77. L'on sait qu'une machine électrique est ordinairement formée par un plateau de verre qui tourne en frottant contre des coussins qui communiquent au réservoir commun. Ce frottement donne au verre l'électricité *vitrée* et aux coussins l'électricité *résineuse*.

Pour transporter l'électricité du verre sur les conducteurs isolés de la machine, on adapte à ceux-ci deux branches terminées l'une et l'autre par une pointe métallique qui affleure la surface du verre.

Les partisans d'un double fluide ayant admis que l'effet d'une pointe se borne toujours à lancer un fluide contraire, ont été forcés, lorsqu'ils ont voulu expliquer l'accumulation de l'électricité vitrée, sur les conducteurs de la machine, de supposer que ces conducteurs

perdent leur électricité résineuse par les deux pointes et que cette électricité se porte sur le plateau de la machine pour neutraliser le fluide vitré à mesure qu'il se développe.

Examinons les conséquences qui résultent de cette supposition.

Les conducteurs étant isolés ne peuvent fournir qu'une certaine quantité de fluide résineux, et lorsque ce fluide s'est accumulé en entier sur le plateau en s'écoulant par les pointes métalliques qui terminent le conducteur, celui-ci ne devrait plus acquérir de fluide vitré; cependant l'expérience nous prouve que la machine, en tournant continuellement, fournit toujours de nouvelles quantités de fluide vitré.

On répondra peut-être à cette objection, en disant que l'air qui environne les conducteurs peut leur fournir le fluide dont ils ont besoin, mais on peut demander alors, pourquoi cet air ne fournit-il pas le fluide nécessaire pour charger la bouteille de Leyde, lorsque la garniture extérieure est isolée?

78. Pour faciliter l'explication que nous allons donner du pouvoir des pointes, rappelons-nous que lorsqu'un corps a ne contient que sa quantité naturelle de fluide

$$\text{on a } 2\pi ae = \pi e^2, \text{ ou } 2\pi a = \pi e,$$

(art. 39.)

79. Celà posé, cherchons l'action de cette sphère a sur le fluide électrique de A : soit ω la

molécule électrique de A la plus rapprochée de a , l'attraction du corps a sur cette molécule, sera égale à

$$\phi a \omega - \pi e \omega = \omega (\phi a - \pi e),$$

et comme $2\phi a = \pi e$;

l'expression devient

$$(-\omega \phi a),$$

c'est-à-dire que la sphère a repousse le fluide électrique de A.

On voit aussi que cette répulsion serait plus grande si le corps a était non-conducteur, car pour ces corps, ϕ est plus grand que pour les corps conducteurs.

Ce résultat explique pourquoi le tonnerre se dirige de préférence sur les matières métalliques et sur les autres substances conductrices.

La répulsion du volume d'air que le corps a remplace serait égale à

$$\omega \phi'' a'';$$

et comme $a'' \phi'' e = a \phi e''$;

la répulsion devient

$$\omega a \phi \frac{e''}{e};$$

nous avons déjà trouvé (art. 49) que

$$\frac{1}{2} e'' = e,$$

donc la force

$$\omega a \phi \frac{e''}{e} = 2 \frac{\omega a \phi}{2}.$$

Ce

Ce résultat prouve que la répulsion de l'air contre le fluide électrique du corps A est le double de celle que la sphère conductrice a exercerait sur le même fluide.

Voici une nouvelle manière de prouver que

$$e = \frac{1}{2} e'' :$$

La répulsion de deux corps égaux positifs et également électrisés est égale à

$$\delta\pi(e + \delta - \frac{1}{2}e'') \dots (\text{art. 48.})$$

La répulsion de deux corps semblables électrisés négativement est égale à

$$\delta\phi''a'' - 2\delta\phi\frac{a}{e}(e - \delta) \dots (\text{art. 49.})$$

L'expérience apprend que dans les corps électrisés les répulsions des corps positifs sont sensiblement égales aux répulsions des corps électrisés négativement; de sorte que, l'on peut considérer, sans erreur sensible, que

$$\delta\pi(e + \delta - \frac{1}{2}e'') = \delta\phi''a'' - 2\delta\phi\frac{a}{e}(e - \delta),$$

et comme

$$\phi''a'' = \frac{1}{2}\pi e'',$$

on trouve

$$\pi e'' = 2\pi e;$$

ou

$$e'' = 2e.$$

80. Cherchons maintenant la raison pour laquelle une petite boule a doit avoir plus

d'efficacité pour soutirer le fluide de A qu'une boule plus volumineuse.

Le fluide de la sphère A est pressé par l'atmosphère qui forme tout autour de ce corps une espèce de vase flexible BCDE dans lequel (Fig. 22.) il fait effort pour s'échapper en vertu de sa force élastique.

Cette enveloppe peut être considérée comme comprimée par des forces p qui remplaceraient la répulsion électrique de l'air et la pression de l'atmosphère.

La sphère a remplace plusieurs de ces forces p par des forces p' , beaucoup moindres (art. 79.) que les premières, de sorte que l'enveloppe éprouve moins de pression du côté de a et que l'effort élastique du fluide qu'elle contient, la fait gonfler vers D, et ce point devenant plus saillant que les autres, acquiert à cause de cette forme, une condensation plus forte et plus propre à soulever la résistance qui l'empêche de se porter sur la boule a .

L'égalité de pression, qui est une propriété générale des fluides, convient aussi au fluide électrique, c'est-à-dire, que la pression p , appliquée en C, se communique à tous les points de l'enveloppe, et par conséquent au point D, et, si cette force diminue, la pression en D doit diminuer aussi et affaiblir, dans le même rapport, l'effet de la boule a ; c'est ce qui arriverait si l'on présentait vers ce point C une deuxième boule non électrisée; elle remplacerait un volume d'air qui produirait une plus grande pression, (art. 79.) de sorte que

le fluide électrique aurait moins de force pour se porter sur la boule a .

81. Ce résultat explique parfaitement comment deux pointes se nuisent entr'elles dans leur effet commun de soutirer le fluide électrique d'un corps électrisé.

82. Si au lieu de la sphère a on présente au corps électrisé une sphère a' plus volumineuse, il y aura un plus grand nombre de forces p , supprimées par l'emplacement de cette sphère, et comme toutes ces pressions p s'ajoutent ensemble pour presser l'enveloppe, la condensation en D diminuera, de sorte que ce point deviendra moins saillant et sera moins susceptible de céder son fluide à la sphère a' .

83. Nous avons supposé que la boule a restait à l'état naturel; mais l'expérience confirme que les pointes qu'on présente aux corps positifs acquièrent aussitôt une électricité contraire.

Dans cette circonstance, il peut arriver deux cas :

Le premier aura lieu lorsque la pointe ne perdra que la $\frac{1}{2}$ de son fluide naturel, et, le second, lorsque la perte sera plus grande que la $\frac{1}{2}$ du fluide naturel.

Premier cas:

84. L'attraction de a sur la molécule élec-

trique ω du corps A sera égale à

$$\omega(\phi a - \pi e'),$$

et, si

$$e' = \frac{1}{2} e,$$

on aura

$$\omega(\phi a - \pi e') = \omega\left(\frac{2\phi a - \pi e}{2}\right);$$

or,

$$2\phi a = \pi e, \dots (\text{art. 39.})$$

donc

$$\omega(\phi a - \pi e') = 0;$$

c'est-à-dire que la molécule ω n'éprouve aucune action de la part de la sphère a , mais si

$$e' < \frac{1}{2} e,$$

$$\omega(\phi a - \pi e')$$

sera une quantité négative, et la sphère a repoussera le fluide électrique de A; par conséquent, les résultats que nous avons obtenu lorsque a était à l'état naturel, doivent s'appliquer à ce cas, et l'on doit conclure que les pointes qui soutirent le plus puissamment le fluide électrique des corps électrisés positivement, sont les pointes effilées.

Deuxième cas.

85. Soit $\frac{e}{m}$ le fluide de la sphère a , l'attraction de ce corps sur la molécule électrique ω ; sera

$$\phi a \omega - \pi \frac{e}{m} = \frac{\omega}{m} (m \phi a - \pi e) = \frac{\omega}{m} \phi a (m - 2);$$

et puisque $m > 2$ cette force est positive, ce

qui prouve que le fluide de A doit être attiré par la sphère a , et cette attraction sera d'autant plus grande que a sera plus grand.

86. On ne doit pas cependant conclure de ce résultat que l'effet d'une boule est supérieur à celui d'une pointe ou d'une boule plus petite : la matière de la grande boule attire effectivement le fluide électrique avec plus de force, mais en même temps ce fluide est moins fortement repoussé par la répulsion de l'air, et nous allons prouver que la force attractive de la boule augmente dans un rapport beaucoup moindre que la diminution de pression de la part de l'air ; en effet, l'attraction de la boule

$$= \frac{\omega}{m} \phi a (m - 2) ;$$

la répulsion d'un pareil volume d'air

$$= \omega \phi'' a'' = \omega \phi a \frac{e''}{e} = 2 \phi a \omega ;$$

quantité plus grande que

$$\frac{\omega}{m} \phi a (m - 2) = \frac{m - 2}{m} \phi a \omega ;$$

puisque $\frac{m - 2}{m} = 1 - \frac{2}{m} ;$

d'après cela, si a devient double, la force attractive sera augmentée de

$$\frac{m - 2}{m} \phi a \omega ;$$

mais la force répulsive de l'air qui produit les forces que nous avons appelées p , sera diminuée de $2\phi a\omega$; de sorte que, le résultat de cette augmentation de volume, ne produirait qu'une diminution de tension électrique au point D.

On doit donc conclure que, dans toutes les circonstances, les pointes les plus effilées sont celles qui provoquent la plus grande condensation électrique dans les corps électrisés auxquels on les présente.

ACTION DES POINTES SUR LES CORPS NÉGATIFS.

87. Si l'on présente à un corps négatif une pointe isolée ou non isolée, le fluide électrique de cette pointe se condensera vers son extrémité. Cette condensation aura lieu pour deux causes :

1.^o A cause de la moindre répulsion de la part de l'atmosphère vers cette extrémité de la pointe;

2.^o A cause de la forme aigue du corps.

(Fig. 23.) Soit $\frac{e}{m}$ le fluide électrique de A, et ω une molécule électrique, placée à l'extrémité de la pointe ab , la tendance de cette molécule vers A sera exprimée par

$$\phi a\omega - \pi e \frac{\omega}{m} = \frac{\omega}{m} \phi a(m-2); \text{ si } m < 2;$$

il y aura répulsion; mais comme cette répulsion est moindre que celle de l'air que le corps A remplace, la molécule ω sera sollicitée à s'ap-

procher du corps négatif A, et la force qui le pousse, sera d'autant plus grande que la pointe *ab* sera plus aigue; car, si l'on joint à la pointe *ab* la pointe *a'b'*, la molécule ω sera repoussée avec moins de force par cette pointe, que par l'air dont elle occupe la place.

88. Si $m > 2$, la force $\frac{\omega}{m} \phi a (m - 2)$ sera positive, c'est-à-dire que la molécule ω sera attirée par le corps A, et par le même motif que ci-dessus; la tendance de cette molécule, pour se porter vers A, sera d'autant plus grande que la pointe sera plus effilée.

La théorie que nous venons d'exposer nous montre combien était absurde l'idée de ceux qui avaient proposé de surmonter d'une boule les paratonnerres que nous employons pour soutirer le fluide électrique des nuages, ou pour donner à ces nuages le fluide qui leur manque.

DE LA FOUDRE.

89. L'identité de la foudre avec le fluide électrique est constatée d'une manière irrécusable, mais on n'est pas d'accord sur l'influence que ce fluide exerce dans la production des orages.

Il reste aussi à expliquer pourquoi un courant électrique peut fendre les arbres les plus gros, percer dans toute leur hauteur les édifices les plus élevés, s'arrêter tout-à-coup, et malgré son immense vitesse, changer de direction et

produire encore sur sa nouvelle route les mêmes effets et les mêmes ravages.

Le peuple ne voit dans le tonnerre qu'un agent terrible que la Puissance divine dirige elle-même dans ses jours de colère ; il se persuade qu'il n'est pas donné aux hommes de se soustraire à ses épouvantables effets : reconnaissance éternelle à l'immortel Franklin, qui secouant le joug des préjugés et de l'ignorance, osa le premier scruter, au risque de ses jours, des secrets couverts du voile funeste de la superstition.

Pendant que l'ancien monde portait le fléau de la guerre dans sa patrie, ce génie fut assez grand pour diriger d'une main les rênes de l'Empire, et détourner, de l'autre, la foudre qui grondait sur la tête de ses ennemis.

On a pensé pendant long-temps que la foudre lançait une espèce de pierre, et que les ravages du tonnerre étaient produits par le choc de cette pierre.

Le peuple est encore dans cette croyance, et il conserve soigneusement cette prétendue pierre, à laquelle il attribue la propriété de préserver de la petite vérole.

Si la foudre portait effectivement un corps solide dans son sein, elle ne pourrait pas changer de direction avec cette souplesse et cette mobilité qu'on lui connaît.

90. Considérons un corps électrisé positivement : nous admettons que le fluide électrique

est retenu par la pression de l'air ; si cette pression n'était que la pression ordinaire que nous mesurons avec nos baromètres, c'est-à-dire, une pression de 28 pouces de mercure ; les effets électriques seraient bien peu considérables puisqu'on pourrait les arrêter avec une résistance si faible : comment se fait-il donc qu'avec une simple batterie on puisse fendre des cylindres de fer de plusieurs pouces de diamètre ? Ce n'est pas la pression atmosphérique ordinaire qui peut communiquer une force suffisante, ce n'est pas de lui-même que le fluide peut acquérir cette vitesse par l'effet de la répulsion de ses molécules ; car, pourquoi n'aurait-il pas acquis assez de force pour soulever l'atmosphère qui le presse contre le corps électrisé. Voilà des difficultés qu'on n'explique point.

91. Imaginons un tube cylindrique plongé dans le mercure, et supposons qu'après avoir été entièrement immergé, on le soulève verticalement par l'extrémité fermée, le mercure restera dans le tube jusque vers la hauteur de 28 pouces, et delà nous concluons que la pression égale 28 pouces : mais quel vide avons-nous fait ? Nous avons seulement enlevé quelques gaz, mais nous n'avons pu chasser ni le calorique, ni le fluide électrique, ni peut-être d'autres fluides que nous ne connaissons pas ; mais si l'on pouvait parvenir à évacuer tous ces fluides, leur grande élasticité produirait une pression immense, capable de pulvériser les corps les plus résistans.

Ce n'est pas une hypothèse que nous faisons,

c'est une vérité que nous allons confirmer par des expériences décisives.

92. Considérons une barre de fer *ab* dont l'extrémité *b* soit fixe ; chauffons cette barre ; (*Fig. 24.*) elle se dilatera, l'extrémité mobile *a* pourra soulever les poids les plus immenses, et si cette pièce pouvait être renfermée dans un moule d'une résistance indéfinie, l'effet de la barre contre ses parois serait incalculable, puisqu'elle soulève les poids les plus lourds dont on puisse la charger ; mais, qui produit cet effet ? c'est l'élasticité du calorique qui écarte les molécules du fer.

Si nous supposons maintenant que tous les corps environnans aient reçu assez de calorique pour former, contre l'enveloppe extérieure de la barre, une pression égale à sa dilatation, la barre ne changera pas de volume ; mais si, dans cette circonstance, on enlève à la barre de fer tout le calorique qu'on y avait précédemment introduit, elle éprouvera une pression extérieure égale en grandeur à la dilatation, et nous avons déjà dit que cette dernière force était immense.

Puisque la plus faible augmentation de calorique fait soulever les poids les plus forts, la suppression de ce calorique doit lui faire éprouver une pression égale.

Nous supposerons donc que le fluide électrique a la faculté d'expulser une portion du calorique des corps électrisés par un excès de fluide : on objectera, peut-être, que les corps devraient

changer de volume en perdant leur calorique ; mais on sait que de faibles dilatations , que nos mesures peuvent à peine atteindre , peuvent produire les plus grandes pressions , et d'ailleurs , il n'est pas absolument nécessaire que le corps électrisé perde son calorique ; il suffit de supposer que le fluide électrique ne se laisse point pénétrer par le calorique , pour qu'il soit pressé par toute sa force élastique , et alors , la pression de 28 pouces se trouve augmentée de cette force.

93. D'après ce que nous venons d'exposer , on voit que s'il existe dans l'air un courant électrique , il sera pressé latéralement par des forces immenses et se mouvra de la même manière que l'eau d'une pompe à incendie se meut dans le fourreau où elle est pressée par l'atmosphère et poussée par une force d'impulsion.

94. Je sens que l'on peut faire une puissante objection à cette manière d'envisager les effets électriques ; on peut dire , puisque la pression de 28 pouces n'est qu'une faible partie de celle que le fluide électrique éprouve , vous pouvez supprimer cette pression , en faisant le vide , et celle qui restera devra produire les mêmes effets , faiblement diminués ; mais on peut répondre à cette objection en disant que la deuxième pression ne peut exister sans la première , car alors les fluides répulsifs , combinés avec l'air , s'éloignent du fluide électrique , et celui-ci se trouvant pressé avec moins de force , se dilate , pénètre le calorique , et l'équilibre se rétablit de la même manière que dans un vase

vide, la pression atmosphérique disparaît à mesure que l'air s'introduit dans son intérieur.

On peut donc croire que l'air si nécessaire aux mouvemens électriques forme une espèce d'enveloppe placée entre le fluide électrique qui la soulève intérieurement par la répulsion de ses molécules, et entre le calorique et les autres fluides qui agissent extérieurement par leur force élastique.

Le fluide électrique se trouve donc enveloppé par un fourreau d'air de la même manière que les gaz développés par l'inflammation de la poudre se trouvent comprimés dans l'intérieur du canon, avec cette différence que le fluide électrique est pressé par des parois flexibles avec une force incalculable, tandis que la poudre éprouve seulement une résistance dans l'âme de la pièce; aussi ses effets sont-ils incomparablement plus faibles que les ravages que la foudre peut produire.

95. Nous pouvons maintenant concevoir (Fig. 25.) pourquoi la foudre peut changer subitement de direction, comme on le remarque dans les éclairs, sans perdre ni sa force ni sa vitesse.

Cet effet résulte de la propriété générale des fluides; on sait que si le fluide *m* est pressé par un piston, il s'échappe par l'ouverture *a*, et si (Fig. 9.) l'on vient à former une seconde ouverture *a'*, en même temps que l'on ferme la première, le fluide s'échappe par la seconde ouverture *a'* avec une force égale et dans une direction différente; c'est précisément ce qui arrive au fluide électrique; après avoir suivi la direction

ab, il se dirige suivant *bc*, si cette nouvelle direction lui offre moins de résistance que la première : c'est à cette faculté que sont dus les zigzags et les nombreux détours que l'on remarque toujours lorsque la foudre s'introduit dans une maison.

Si le courant électrique *AB* vient à rencontrer sur sa route un corps conducteur, il se distribuera dans l'intérieur de ce corps ; car (Fig. 26.) l'espèce de conduit atmosphérique qui enveloppe le fluide ne pouvant pénétrer dans l'intérieur des corps est forcé de s'agrandir et d'entourer le conducteur *mn*, par conséquent les molécules électriques sont moins comprimées, et comme elles trouvent une grande facilité à se mouvoir dans ces corps, elles se suivent sans se détruire.

Cette facilité des corps conducteurs de donner passage au fluide électrique provient du peu d'affinité qu'ils ont pour ce fluide, et peut-être aussi de la facilité que le calorique trouve à se mouvoir dans ces même corps lorsqu'il est poussé par le fluide électrique.

97. Mais si le corps conducteur est plus petit que l'enveloppe dans laquelle le fluide se mouvait avant de le rencontrer, le fluide pourra se trouver encore assez comprimé et assez dense pour détruire l'organisation du corps conducteur ; c'est pour cette raison que l'on donne un équarrissage assez considérable aux tiges des paratonnerres.

Un fil de quelques lignes pourrait être fondu et même volatilisé par la foudre.

98. On voit que nous supposons que le fluide électrique peut se mouvoir dans l'intérieur des corps conducteurs, et nous en avons des preuves bien convaincantes; les paratonnerres vernis ou peints à l'huile soutirent le fluide électrique avec autant de force que ceux qui ne sont pas pourvus de cette couche isolante.

Il en existe un semblable sur le magasin à poudre d'Ecrechin, à Douai, et il y a peu d'années qu'on a vu un moineau foudroyé et embroché dans la tige par le courant électrique.

Je pense même que les paratonnerres vernis ont plus de force que ceux qui ne le serait pas, car cette couche isolante tend à augmenter la vitesse du fluide lorsqu'il s'écoule dans l'intérieur de la tige, et la raison de cet effet est la même qui prouve qu'une petite pointe a plus d'efficacité qu'une grande pointe. (art. 80 et suivans).

Il serait donc à désirer que nos paratonnerres fussent peints avec un vernis de gomme-laque, ou avec la cire d'Espagne, car ces substances possèdent l'une et l'autre au plus haut degré la faculté d'isoler; mais il faudrait avoir soin de ne pas appliquer le vernis sur la pointe, qui doit être faite en cuivre doré, ou en argent, ou en or, ou mieux en platine.

99. Si le courant électrique AB rencontre un corps non-conducteur, il y trouvera autant de résistance que de la part de l'air; le fluide ne pourra se mouvoir que difficilement, il se com-

primera et détruira l'organisation du corps. C'est ainsi qu'un courant d'eau qui trouve des obstacles dans sa route, se grossit et dévaste ce qu'il aurait épargné si sa marche avait été libre.

100. On remarque que la foudre se porte de préférence sur les corps conducteurs qu'elle trouve sur son passage, et ce n'est pas seulement à cause d'une plus faible répulsion qu'elle y éprouve, mais plutôt à cause de la facilité que le fluide électrique y trouve pour s'écouler dans le réservoir commun ; d'ailleurs ces corps étant facilement influencés par le fluide de la foudre, acquièrent un état électrique opposé, et n'exercent plus aucune force répulsive sur le fluide, tandis que les corps isolans, conservant leur fluide, opposent toujours une force répulsive à la foudre.

Nous avons conduit la foudre du nuage jusqu'à la terre, et expliqué ses effets ; tâchons maintenant de voir comment elle se forme dans les nuages.

101. Supposons un nuage fortement électrisé suspendu dans l'air ; les diverses parties qui le composent se repousseront, chasseront l'air et prendront une forme générale arrondie dont la surface sera composée de petits nuages *a* presque contigus.

On peut voir un effet semblable en plaçant dans un globe de verre plusieurs petits flocons de coton ; dès qu'on les aura électrisés avec un conducteur, il se disperseront et viendront tapiser la surface du globe ; or, l'effet doit être (Fig. 27.)

le même pour un nuage, car ses parcelles représentent les petits linéamens de coton, et le globe de verre est remplacé par une couche isolante d'air.

Cet arrangement des petites nuées qui composent un nuage explique pourquoi celui-ci peut rester suspendu dans l'air malgré son apparente condensation ; car, s'il était vrai que l'intérieur des nuages fut rempli de vapeurs condensées, quelle est la force qui soutiendrait une pareille masse et qui pourrait l'empêcher de se précipiter vers la surface de la terre.

On peut citer des faits, dont l'observation peut donner, si non des preuves, du moins de fortes présomptions en faveur de notre hypothèse ; il n'est personne qui n'ait remarqué dans les pays de montagnes qu'un brouillard épais mouille d'avantage lorsqu'on commence à entrer dans son intérieur que lorsqu'on y a pénétré.

On ne peut pas admettre que le nuage puisse être soutenu par la répulsion de la terre, car celle-ci est toujours à l'état naturel à cause de sa grande masse ; et quoique dans cet état elle puisse repousser un nuage positif (art 41) cette répulsion ne pourra le soutenir, car le même nuage sera repoussé vers la terre par la masse d'air située au-dessus de lui.

102. Lorsque l'air qui se trouvait primitivement dans l'intérieur d'un nuage aura été chassé par la répulsion électrique, et que les différentes parties nuageuses auront pris leur position vers la surface, le nuage entier renfermera

fermera dans son intérieur un vide considérable ; aussi remarque-t-on que la formation d'un pareil nuage est toujours accompagné d'un vent léger qui souffle du même côté et qui est produit par le mouvement des petits nuages qui se portent à la surface.

Tous ces petits nuages qui tapissent la surface d'un grand nuage agissent les uns sur les autres, et si l'on établissait un conducteur entre la terre et un quelconque d'entr'eux, le nuage se déchargerait, le vide se remplirait, et les vapeurs, n'étant plus soutenues, se réduiraient en pluie et tomberaient.

103. Cette communication que nous avons supposée entre la terre et le nuage peut être remplacée de différentes manières ; ce nuage peut attirer un autre nuage moins électrisé, et lui communiquer une partie de son fluide.

Cette communication engendre les *éclairs* qu'on voit jaillir d'un nuage pour se porter vers un autre.

Cette perte d'électricité peut devenir assez forte pour diminuer la répulsion et par suite résoudre les vapeurs en pluie. Ce cas se présente souvent dans les petits orages.

Si le nuage s'approche assez des corps proéminens, ceux-ci peuvent déterminer une décharge complète qui produit la *foudre*.

Il n'est pas impossible de prévoir, à l'aspect des nuages, si la foudre doit tomber sur la terre ou si le nuage doit se décharger paisiblement.

Lorsque le nuage est élevé et environné d'autres nuages, la foudre ne peut se porter vers la terre; mais, lorsque le nuage s'isole en se rapprochant de la terre, on est sur que le fluide est prêt à se détacher pour s'écouler dans le réservoir commun et engendrer la foudre.

104. Lorsque le nuage a perdu son fluide électrique, il se trouve comprimé par l'air, et produit, par cette compression, le roulement du tonnerre; les différentes parties du nuage se précipitant dans le vide engendrent ce bruit prolongé.

Le grand éclat que l'on entend, lorsque la foudre tombe, vient encore du vide que le courant électrique laisse sur son passage.

Nous avons vu que la foudre qui se précipite dans l'air, chasse une partie du calorique qui se trouve sur son passage, et que l'élasticité du calorique forme la grande pression qui le comprime, de sorte que l'air se précipite dans le vide avec une force immense que nous ne pouvons comparer, ni avec le choc de l'air qui remplit le vide formé par le claquement du fouet, ni à la précipitation de l'air, dans l'ame d'une pièce, après sa décharge.

105. Nous ne pouvons décider si les étincelles qui forment les éclairs sont produites par l'électricité, ou par le calorique, ou par l'un et l'autre en même temps: nous savons bien que les étincelles électriques sont plus brillantes dans un air dense que dans un air raréfié, mais on ne peut rien conclure de cette expérience en faveur du calorique; car, dans cette même cir-

constance, le fluide électrique est moins comprimé dans un air dilaté que dans un air dense, et doit par conséquent produire un effet moins intense.

Ces étincelles, que le fluide électrique provoque, ces éclairs que la foudre engendre, sont des conséquences de notre hypothèse sur la cause de la grande pression que le fluide éprouve ; mais au lieu de les regarder comme des conséquences, on peut les admettre au nombre des indices qui parlent en faveur de notre supposition.

FORMATION DES NUAGES.

Nous avons expliqué les effets de la foudre et exposé comment les nuages électrisés peuvent engendrer les éclairs, le bruit du tonnerre, la foudre et la pluie ; il reste à examiner comment les nuages peuvent s'électriser.

107. Volta observa que l'eau volatilisée laisse à l'état négatif le vase dans lequel est elle chauffée, de sorte qu'on peut conclure que l'eau journellement vaporisée doit produire une absorption d'électricité qu'elle doit rendre sensible lorsqu'elle est de nouveau ramenée à l'état liquide. Pendant l'hiver nous n'apercevons aucun des grands effets électriques ; le tonnerre, les éclairs et les orages ne se montrent que pendant les grandes chaleurs, et cependant à ces époques l'atmosphère aérienne ne diffère de celle de l'hiver que par une grande quantité de vapeurs.

On doit remarquer aussi que c'est presque
6*

toujours vers le soir, lorsque les grandes chaleurs de la journée sont épuisées, que les orages sont les plus fréquents; c'est alors que la vaporisation a produit son effet, et que les nuées qui se forment commencent à s'annoncer par des éclairs.

108. Il est probable que les vapeurs qui se
(Fig. 28.) forment en A, sur la surface de la terre, pendant les grandes chaleurs, produisent les mêmes effets que les vapeurs de l'eau qui se volatilise dans un vase.

Ces vapeurs enlèvent donc l'électricité aux corps environnants, et vont gagner les parties les plus élevées de l'atmosphère; c'est peut-être l'état électrique de ces vapeurs qui leur donne leur légèreté en écartant leurs molécules. Ces vapeurs s'élèvent pour aller remplir l'espace N, qui se place à la hauteur où il est en équilibre avec l'air environnant.

Ces vapeurs d'abord très-légères au moment de leur formation diminuent progressivement de température, soit par l'abaissement du soleil au-dessous de l'horizon, soit à cause de leur hauteur au-dessus de la surface de la terre, et comme elles ont un léger degré d'électricité, enlevé au moment de leur formation, elles chasseront l'air de l'espace N, de sorte que cet espace sera enveloppé de tout côté par une masse isolante d'air, et comme les vapeurs conduisent facilement le fluide électrique, elles établissent une communication entre l'intérieur N et le point A où se forment les vapeurs. Alors le nuage N peut être considéré comme

une espèce de bouteille de Leyde, dont les vapeurs forment la garniture intérieure, l'air le verre de la bouteille, et le crochet est formé par les vapeurs qui s'élèvent continuellement de l'espace A.

Quant à la garniture extérieure elle est formée par d'autres petits nuages m, m' , formés aussi de vapeurs et qui communiquent avec la terre; aussi remarque-t-on que les premiers nuages que l'on commence à voir sont allongés et paraissent se perdre sous l'horizon. On doit donc concevoir que l'intérieur du nuage étant à l'état positif refoulera, vers la terre, le fluide électrique des autres nuages, qui, perdant une partie de leur fluide, permettront une nouvelle accumulation dans l'espace N, par l'intermédiaire des vapeurs qui se forment en A.

Ce nuage se chargera donc lentement pendant la journée à la manière d'une bouteille de Leyde, et avec d'autant plus de force que les circonstances seront plus favorables à la production de l'électricité. Jusqu'à ce moment aucun mouvement ne se manifestera, parce que les garnitures opposées se neutraliseront comme dans la bouteille de Leyde; mais lorsqu'un faible abaissement de température, ou un léger vent auront suspendu la formation des vapeurs, les petits nuages qui forment la garniture extérieure baisseront, et le grand espace N restera isolé au milieu de l'atmosphère.

Alors commenceront les mouvemens que nous avons précédemment décrit, et dont les résultats sont les éclairs, le tonnerre et la pluie.

Nous avons dit que l'électricité était une des causes de l'élasticité des vapeurs, de sorte qu'une perte de fluide électrique doit provoquer un changement de vapeurs en eau.

L'expérience vient appuyer notre raisonnement; car les grands éclats de tonnerre sont toujours suivis d'une pluie très-abondante.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHERIQUE.

109. Nous ne reconnaissons la présence de l'électricité que par les mouvemens qu'elle communique à nos électromètres; car, lorsque les deux boules de cet instrument ne prennent aucun mouvement, nous disons que les corps sont à l'état naturel; cependant on peut augmenter ou diminuer l'électricité des deux boules sans troubler l'équilibre; il suffit d'augmenter ou de diminuer proportionnellement le fluide des corps environnans.

C'est pour cette raison que l'électromètre ordinaire, placé dans l'atmosphère, ne donne aucun indice des changemens électriques qui surviennent dans l'air où il est placé.

Mais la faculté qu'on reconnaît au fluide électrique de se distribuer inégalement sur la surface des corps conducteurs et de se condenser vers les extrémités des corps aigus, nous donne le moyen de le rendre sensible aux électroscopes.

Une tige conductrice, ou un fil de métal, tendue entre deux points isolés dans l'atmosphère,

attirent vers leurs extrémités un fluide assez dense pour donner des étincelles et procurer des mouvemens électriques qu'on peut mesurer avec l'électromètre.

110. Saussure se sert d'un moyen ingénieux pour mesurer l'état électrique de l'atmosphère ; il prend une boule à laquelle il attache un fil de métal qui communique avec un électromètre, et en jettant la boule dans l'air, le fil se dévide, se détache de l'appareil et laisse l'électromètre isolé, après lui avoir communiqué l'état électrique des couches supérieures.

Par ce moyen, il s'est assuré que, dans l'état habituel de l'atmosphère, les feuilles de son électromètre sont mues par une électricité positive.

Mais il est intéressant de savoir si cet état vient d'une augmentation de fluide enlevé aux différentes couches atmosphériques par le fil métallique, ou si cet état est produit seulement par le fluide naturel du fil refoulé par l'électricité de l'atmosphère dans l'appareil électroscopique.

Les expériences de MM. Biot et Gai-Lussac nous mettent à même de résoudre cette question. Ces physiciens ayant suspendu, au-dessous de leur ballon, lors de leur ascension aérostatique, un fil métallique de 50 mètres de longueur, remarquèrent qu'il communiquait une électricité négative à l'électromètre qu'ils avaient dans le ballon, quoique le temps fut serein, et que, par conséquent, l'état de l'atmosphère dut être positif.

Pour accorder cette expérience avec celles de Saussure, il faut admettre une augmentation progressive d'électricité dans les couches supérieures de l'atmosphère.

D'après cette supposition, le fluide naturel du fil métallique doit être refoulé vers son extrémité inférieure par l'effet de la répulsion électrique des couches supérieures de l'atmosphère ; de sorte que cette extrémité devient positive, tandis que l'autre prend un état négatif : c'est pour cette raison que l'observateur, placé à la surface de la terre, trouve toujours, comme Saussure, un état positif, tandis que MM. Biot et Gai-Lussac ont trouvé constamment un état négatif dans leur ballon.

Ces considérations doivent nous faire voir que l'état habituel d'électricité positive qu'on a reconnu à l'atmosphère, n'exprime autre chose qu'une augmentation progressive d'électricité à mesure qu'on s'avance dans des régions plus élevées.

Quoique dans ces expériences l'électricité du fil fut produite par l'accumulation de son fluide naturel vers la partie inférieure, il est des circonstances où ce fil peut s'électriser par communication, et ce cas a lieu lorsque le fil est long-tems en contact avec l'air.

Beccaria ayant tendu horizontalement un fil métallique entre deux points isolés, aperçut à ses extrémités des signes électriques, quoique le fil traversât une couche d'air également électrisée.

S'il se trouvait une partie de l'atmosphère où l'électricité fut décroissante à partir de la terre, une tige verticale, ou l'appareil de Saussure, indiqueraient une électricité négative, et il est à croire que c'est à une cause semblable qu'est dû l'état négatif que l'on remarque dans les mouvemens violens qui agitent l'atmosphère. Mais, comme l'air électrisé devient plus léger, il s'élève dans les régions supérieures et reprend bientôt son état ordinaire et permanent, qui est une électricité croissante et positive.

Supposons que AB soit un fil métallique isolé et dont l'extrémité B soit mise en communication avec un électromètre, ce fil se mettra en équilibre avec l'atmosphère, et comme celle-ci est positive, AB prendra un état semblable, de sorte qu'aux extrémités A et B, le fluide sera plus dense que dans toute autre partie, et les balles de l'électromètre indiqueront un écartement positif. (Fig. 29.)

Si l'on double la densité de l'air en même tems que le fluide électrique du fil, l'équilibre ne sera pas troublé, mais l'écartement des balles sera augmenté : d'après cela, on voit qu'une condensation dans l'atmosphère doit produire une augmentation dans l'état électrique de l'air.

Supposons maintenant que la température venant à augmenter, l'air se charge d'une certaine quantité de vapeurs, le volume d'air augmentera, mais sa densité diminuera, et cet effet produira une diminution dans la tension électrique du fil; et comme les vapeurs absorbent, au moment de leur formation, l'élec-

tricité des corps terrestres, cette seconde cause produira un effet contraire à la première ; l'expérience prouve néanmoins qu'elle ne fait que la modifier sans pouvoir la détruire.

C'est ce qui explique la diminution électrique vers le milieu de la journée.

Lorsque les chaleurs de la journée sont épuisées, les vapeurs se rapprochent, se changent en rosée et se déposent sur les corps terrestres, et, par cette nouvelle transformation, elles rendent au réservoir commun l'électricité qu'elles lui avaient enlevé au moment de leur vaporisation.

Une autre cause, qui n'a pas moins d'influence que celle-ci, tend encore à produire les mêmes effets ; les vapeurs condensées forment une espèce de réseau qui s'étend dans les couches inférieures de l'atmosphère, et qui met l'air en contact avec le réservoir commun, et cette communication fait perdre à l'air tout l'excès de fluide dont il s'était chargé auparavant.

On peut conclure de là que l'électricité est plus faible la nuit que pendant le jour, parce que l'excès de densité que l'air acquiert pendant la nuit, ne peut pas compenser la perte électrique qu'il éprouve pendant le même tems, par la condensation des vapeurs qui se déposent pendant la nuit.

Au lever du soleil, ces vapeurs commencent à s'élever par l'effet d'une augmentation de température, et la rosée se réduisant en vapeurs, donne naissance à une nouvelle quantité d'élec-

tricité; ces deux causes réunies produisent l'augmentation électrique que l'on remarque au commencement de la journée.

La même cause, qui fait décroître à midi l'électricité atmosphérique du matin, explique pourquoi l'électricité est plus faible l'été que pendant l'hiver.

Lorsqu'après avoir suivi pas à pas la marche lente de l'expérience, on veut s'écarter un moment de cette route, pour s'élever dans les régions qu'elle ne peut atteindre, une des premières considérations qui doivent fixer notre attention est de suivre, dans toute son étendue, cette marche progressive d'augmentation électrique dans l'atmosphère; alors on ne peut manquer de se demander quelle est la source de ce fluide et quelle est sa limite d'élévation.

Nous assignons une limite à l'atmosphère aérienne, parce que sa densité est décroissante; mais, comment donner une limite à une quantité qui a une marche progressive d'augmentation.

On ne voit pas de raison pour la terminer à la hauteur de l'atmosphère, et quoique ce fluide soit soumis aux lois de la gravité, il est impossible d'assigner un terme où sa force répulsive soit en équilibre avec sa pesanteur; car la pesanteur diminue et la force répulsive augmente en raison de l'élévation.

Ce fluide doit donc s'étendre dans l'immensité des espaces, et la terre ne peut être son origine,

quoiqu'on lui ait donné le nom de *réservoir commun*.

(Fig. 10.) Supposons, pour développer notre idée, que le cylindre AB soit rempli de fluide électrique, on sait que sa densité sera plus grande aux extrémités que vers le milieu, mais la différence de densité entre deux couches voisines sera d'autant plus petite que le cylindre sera plus long. Par conséquent, si le cylindre devient infini, les deux couches seront également denses.

On peut donc supposer que l'univers a été primitivement rempli par un fluide électrique d'une densité uniforme.

Supposons maintenant que l'on place la terre au milieu de ce fluide : le fluide électrique pénétrera dans son intérieur, et les molécules aériennes de son atmosphère s'envelopperont d'une légère couche de fluide électrique, et cette accumulation continuera jusqu'à ce que la dilatation atmosphérique puisse faire équilibre à la pression extérieure exercée par le fluide contre la limite de l'atmosphère.

Lorsque cet équilibre sera établi, l'électricité atmosphérique sera décroissante à partir de sa limite supérieure.

Quoique la terre ne soit point la source primitive de l'électricité, elle n'en est pas moins une mine féconde qui fournit aux différentes variations que ce fluide éprouve dans l'atmosphère.

Les vapeurs qui se forment dans son sein, pendant les chaleurs de l'été, lui dérobent ce fluide pour aller grossir celui de l'atmosphère.

La rosée, la pluie et les différens météores ramènent à la terre le fluide qu'elle avait perdu.

Considérons deux sphères A et B enveloppées chacune d'une couche de fluide électrique. Aux points les plus rapprochés sera la moindre densité, et si l'on les rapproche jusqu'au contact, la densité des points opposés deviendra si grande, par l'effet de la répulsion, que le fluide sera forcé d'abandonner ces corps et de s'échapper par rayonnement, de sorte que ces deux sphères auront beaucoup moins de fluide lorsqu'elles seront en contact, que lorsqu'elles seront éloignées. (Fig. 4.)

Mais, lorsque les sphères seront réunies, elles peuvent être considérées comme deux molécules d'eau à l'état liquide, et lorsqu'elles sont éloignées, elles peuvent représenter les deux mêmes molécules à l'état de vapeurs.

On doit donc conclure qu'en général les vapeurs absorbent l'électricité au moment de leur formation, et que leur retour à l'état liquide ramène le fluide électrique à l'état latent.

Ce résultat est facile à prévoir lorsqu'on s'appuie de l'existence d'un seul fluide; mais il paraît inexplicable par la théorie d'un double fluide qui n'admet aucune affinité entre l'électricité et les molécules des corps.

VARIATIONS DU BAROMÈTRE.

Les mouvemens du baromètre ont exercé pendant long-tems la sagacité des physiciens. On supposa d'abord que la pluie, en diminuant le poids de l'atmosphère, devait produire un abaissement dans le baromètre, mais on ne fit pas attention que cet abaissement précédait la pluie, et qu'il était suivi le plus souvent d'un mouvement rétrograde, alors même que l'air se trouvait purgé de vapeurs; de sorte que cette explication supposait dans le baromètre un mouvement contraire à celui qui existait réellement.

Leibnitz perfectionna cette théorie; il pensa, avec raison, que lorsque les vapeurs sont suspendues, ou combinées avec l'air, elles tendent à charger l'atmosphère, et, par conséquent, à produire une élévation dans la colonne barométrique; il pensa aussi que, lorsque ces vapeurs s'agglomèrent dans les régions supérieures, et qu'elles filtrent lentement à travers les différentes couches d'air, elles déchargent l'atmosphère d'une partie de leur poids, avant même qu'elles soient tombées et réduites en pluie.

C'est ainsi qu'une pierre jetée dans l'atmosphère ne peut augmenter par sa chute le poids de l'air; mais il n'en serait pas de même si cette pierre était réduite en poudre, assez fine et assez étendue, pour rester suspendue dans les régions supérieures de l'atmosphère; elle produirait alors l'effet de l'eau à l'état de vapeurs.

C'est de cette manière que Bossut explique ; d'après Leibnitz, l'abaissement du baromètre avant la chute de la pluie ; mais cette théorie est impuissante pour se rendre raison de la haute élévation du baromètre pendant les tems secs ; car, d'après ces principes, l'air devrait être plus lourd pendant l'été que pendant l'hiver ; et l'expérience prouve le contraire.

Quelques physiciens ont cru expliquer ce phénomène à l'aide de l'expérience suivante :

On prend un ballon rempli d'air, on y introduit quelques gouttes d'eau pour les faire vaporiser, et aussitôt on remarque une élévation dans la colonne de l'éprouvette qu'on a eu soin d'introduire dans le ballon, et cette élévation augmente tant que dure la vaporisation, de sorte que l'élasticité de l'air se trouve augmentée, et si on laisse étendre cet air jusqu'à ce que sa force élastique soit égale à celle qu'il avait primitivement, le poids de cet air humide sera moindre que le poids d'un égal volume d'air primitif. C'est d'après ce résultat que l'on a cru devoir conclure qu'une atmosphère humide devait être plus légère qu'une atmosphère sèche.

Cependant l'expérience citée ne peut pas fournir cette conclusion ; elle dit seulement qu'à égalité de hauteur atmosphérique la plus humide est la plus légère ; mais pendant l'été l'atmosphère est plus élevée que pendant l'hiver à cause de la grande élasticité qu'elle acquiert par le mélange des vapeurs, de sorte que l'on ne peut savoir si son défaut de densité peut être

compensé par l'excès d'élévation. Il est même probable que, l'été, l'atmosphère est plus pesante que l'hiver, car il faut admettre qu'une colonne d'air contient à peu-près le même nombre de molécules aériennes dans son état de sécheresse que dans son état d'humidité; il est vrai que dans ce dernier cas la gravité doit agir moins fortement sur les molécules, parce qu'elles sont placées à une plus grande distance de la terre.

Mais rien ne prouve que cette cause puisse compenser l'augmentation qu'elle acquiert par le poids des vapeurs.

Il est singulier que dans ces phénomènes, l'on n'ait point songé à l'influence du fluide électrique, et que cependant on ait reconnu celle du calorique.

On concevra facilement que ces deux fluides doivent produire des effets opposés sur l'air de l'atmosphère; en effet, le calorique dilate l'air; mais l'expérience prouvant que la température diminue dans les régions supérieures, le calorique doit être plus grand vers la terre, et c'est pour cette raison qu'il élève la hauteur de l'atmosphère et la soustrait, en partie, à l'action de la gravité, de sorte que le calorique, considéré sous ce rapport, tend à diminuer le poids de l'air.

Mais le fluide électrique, étant plus fort dans les régions supérieures, l'air doit être poussé vers la terre, de sorte qu'une augmentation de fluide doit produire une élévation dans la colonne barométrique. Ces principes donnent l'explication de tous les mouvemens du baromètre.

Dans

Dans un tems sec, l'électricité étant plus forte doit produire une augmentation de pression et une élévation dans la colonne du baromètre.

C'est pour cette raison que pendant l'hiver cet instrument se tient à une plus haute élévation que pendant l'été.

On peut aussi expliquer les variations diurnes du baromètre et les changemens brusques que cet instrument éprouve pendant les grandes tempêtes.

Il résulte de ces considérations que le baromètre ne donne point le poids de l'air, il ne donne que son poids joint à la force élastique du fluide électrique.

EXPLICATION DE PLUSIEURS DIFFICULTÉS.

III. Faites passer une décharge électrique à travers un cahier de papier, au milieu duquel on a placé une feuille d'étain; le papier se trouvera percé en un seul point, et l'étain paraîtra déchiré en deux points différens.

Cette expérience fut faite, la première fois, par Symmer; elle lui suggéra l'idée d'un double fluide, l'un partant du côté positif et l'autre du côté négatif.

III2. Mais, malgré l'existence que l'on donnait à ce double courant, il restait encore à expliquer pourquoi, dans cette expérience, les deux fluides qui se portent l'un vers l'autre, ne se réunissent point pour traverser la feuille métallique.

M. Trémery, qui a examiné ce phénomène, en a donné l'explication suivante. Il suppose (Fig. 30.) qu'avant la décharge, le fluide naturel de la feuille d'étain est décomposé, et qu'alors l'électricité résineuse se porte vers l'extrémité R où elle est attirée par la boule vitrée *v*.

Lorsque la décharge s'opère, le fluide de *v* est attiré vers R et vers *r*, et suit une direction intermédiaire *vs*.

Le fluide de la boule résineuse *r* étant attiré par la boule *v* et par le fluide vitré de la lame d'étain rassemblé vers V, est forcé de suivre une direction oblique *rs*.

On voit, d'après cette explication, que l'étain doit être percé en deux points différens, qui se réduiront en un seul, lorsque les boules seront placées sur une même ligne perpendiculaire, au centre de la feuille.

113. Pour avoir une explication de ce phénomène, basée sur la théorie d'un seul fluide, nous remarquerons que lorsqu'on établit une communication entre les deux garnitures d'une bouteille de Leyde, au moyen d'un chapelet formé d'un cordon de soie et de plusieurs grains métalliques, éloignés les uns des autres de quelques lignes, on voit paraître sur chaque grain une brillante étincelle : ce qui se passe dans cette expérience est une image exacte de ce qui arrive lorsqu'on fait traverser le papier par un décharge électrique ; le papier remplace le cordon de soie, et les grains métalliques sont remplacés par la feuille d'étain.

D'après cette analogie, il devrait se produire une étincelle au moment où le fluide quitte la feuille métallique pour se précipiter vers le côté négatif.

Mais on doit remarquer que le papier est meilleur conducteur que la soie, et qu'au lieu d'une étincelle il se fait une dilatation qui déchire et comprime le papier dans des sens opposés; le papier réagit à son tour, par son élasticité, sur la feuille métallique, et repousse les déchirures dans des sens opposés.

114. Si l'on place dans le cahier de papier plusieurs feuilles d'étain, elles seront percées en un grand nombre de points, et souvent en des points qui ne se correspondront point; de sorte que, si l'on voulait les attribuer à des courans électriques différens, il faudrait imaginer plus de deux fluides pour produire des effets semblables.

Pour concevoir l'explication de ces effets, il faut considérer que le fluide partant de A, se porte sur la feuille *ab*, s'étend sur cette feuille, (Fig. 31.) delà il gagne la feuille suivante *cd*, et c'est ce qui fait naître les ouvertures que l'on trouve sur ces feuilles.

On conçoit aisément qu'il doit y avoir des bavures dans tous les sens, car le fluide électrique doit agir par expansion comme la poudre à canon, et non comme un courant d'eau qui n'a qu'une seule direction.

La poudre qui fait sauter la mine agit également dans tous les sens, quoiqu'elle paraisse

n'avoir qu'un courant dirigé suivant la ligne de moindre résistance.

115. La preuve que l'électricité produit une expansion dans tous les sens, c'est qu'un morceau de bois à travers lequel on fait passer une décharge ne manque presque jamais d'éclater par l'effet de la grande dilatation du fluide.

116. Lorsqu'on fait traverser une carte à jouer par une décharge électrique d'une bouteille de Leyde, comme l'indique la figure première, la carte se trouve percée à l'extrémité (Fig. 32.) de la pointe négative b ; cet effet indique que le fluide, en partant de la pointe positive, a glissé sur la carte jusqu'à la pointe négative; car, on ne peut pas supposer que la carte a été percée par le mouvement du fluide résineux, car ce fluide aurait choisi de préférence la direction bc' qui l'aurait moins dévié de la diagonale ba , suivant laquelle il aurait dû s'échapper.

Cette expérience fut d'abord citée en faveur d'un seul fluide, et comme elle paraît fort décisive, elle fut examinée avec soin par M. Trémery; il renferma la carte et les pointes sous la cloche de la machine pneumatique, et il remarqua qu'à mesure que l'air se dilatait, les décharges électriques de la bouteille perçaient la carte en des points plus rapprochés de la pointe positive, et lorsqu'il eut poussé la raréfaction de l'air jusqu'à la pression de 5 pouces de mercure, la carte fut percée presque au milieu de l'intervalle des deux pointes. Alors ce physicien crut pouvoir conclure que

le fluide résineux éprouvait plus d'obstacles que le fluide vitré pour soulever et franchir la résistance de l'air ; de sorte que, dans l'expérience de la carte, en plein air, le fluide résineux n'avait pris aucun mouvement à cause de la difficulté qu'il éprouvait pour traverser l'air, et le fluide vitré, éprouvant moins de résistance, avait glissé sur la carte, et s'était porté sur la pointe résineuse.

Cette hypothèse fut admise par tous les physiciens qui avaient adopté la théorie de Coulomb, et l'expérience de la carte, regardée auparavant comme un écueil pour leur théorie, devint, au contraire, par les soins de M. Trémery, une des bases les plus importantes du système de Coulomb, et elle parut même annoncer la chute des systèmes *unitaires*.

Effectivement, les différentes nuances de cette expérience ont paru inexplicables jusqu'à ce jour, par toute autre théorie que celle d'un double fluide ; car on pouvait se dire : s'il est effectivement vrai que la pointe positive soit électrisée par un excès de fluide, attiré vers la pointe négative, et s'il est pareillement vrai que celle-ci ne soit électrisée que par une privation de fluide, comment se fait-il que les différentes raréfactions de l'air aient pu dévier la marche de ce fluide et lui faire percer la carte en des points différens, dépendant de la densité ?

La théorie que nous avons exposée va nous donner l'explication de ce phénomène.

Si aM est une pointe électrisée positivement,

le fluide électrique se condense vers son extré-
 (Fig. 33.) mité, et la molécule électrique placée en a est repoussée par les forces répulsives des autres molécules, et leur résultante est dirigée suivant la diagonale aM ; de sorte que le fluide électrique tend à s'échapper suivant la direction de la pointe. Mais si, pour attirer le fluide de cette pointe, on lui présente une autre pointe placée hors de la direction aM , les deux forces se contrebalanceront et détruiront en partie l'effet de la première pointe.

Nous avons remarqué (art. 79.) qu'une pointe à l'état naturel détermine l'écoulement du fluide électrique d'un corps, non à cause d'une attraction, mais à cause d'une répulsion moindre que celle de l'air; de sorte que l'effet de la pointe se trouve détruit lorsqu'elle est placée dans un lieu vide d'air.

Lorsqu'une pointe est négative, et qu'elle a conservé la moitié de son fluide naturel, elle exerce encore une répulsion contre les corps positifs, et elle ne soutire leur fluide que parce que la répulsion qu'elle leur oppose est moindre que celle de l'air; par conséquent, cette pointe est, comme la précédente, sans effet dans le vide.

Enfin, si une pointe négative ne possède pas la moitié de son fluide naturel, elle a une force réelle attractive pour le fluide des corps; et quoique cette attraction soit d'autant plus grande que la pointe est moins aigue ou plus volumineuse, elle ne soutire jamais mieux le fluide électrique que lorsqu'elle est effilée, et la

raison de cet effet consiste, comme nous l'avons déjà dit, en ce qu'une augmentation d'attraction de la part de la pointe produit une plus grande diminution dans la pression que l'air exerce contre les corps électrisés. (Art. 86.)

Mais cette cause ne peut exister dans le vide; de sorte que, dans cette circonstance, une boule aurait plus d'effet qu'une pointe pour attirer le fluide d'un corps.

Ces considérations vont nous donner l'explication de l'expérience précitée.

Les deux pointes n'étant pas sur la même direction, la pointe négative b contrarie le mouvement du fluide de a qui est repoussé suivant la direction Ma , c'est pourquoi il suit une direction intermédiaire ai ; mais, comme il éprouve une forte résistance de la part de la carte, il y glisse sur la surface et ne la perce qu'au point c , où la pointe négative exerce la plus grande action. (Fig. 34.)

A mesure que l'air se dilate, la pointe perd son pouvoir attractif, et le fluide électrique, au lieu d'être attiré vers la pointe b , se dirige vers K , et perce la carte en des points plus rapprochés de a .

117. Lorsqu'on réunit plusieurs cartes pour les faire traverser par une décharge électrique, chacune d'elles se trouve percée suivant la diagonale ab : le fluide ne suit pas la ligne ac , parce que cette direction diffère trop de celle ab ; mais, lorsqu'il n'y a qu'une seule carte, ab et ac sont presque réunis, et c'est pour cette (Fig. 35.)

raison que, dans cette circonstance, la carte est percée à l'extrémité *b*.

Si l'on admet l'existence d'un double fluide, il faut supposer que le fluide résineux est resté immobile dans l'expérience de la carte, et pour expliquer cette espèce d'inertie inhérente au fluide résineux, l'on a supposé, comme nous l'avons dit (art. 116), que l'air lui oppose une plus grande résistance qu'au fluide vitré; mais cette hypothèse, qui a été admise par les partisans de cette théorie, n'est-elle pas en opposition avec l'expérience? et en effet ne s'en suivrait-il pas que les corps vitrés perdraient plus vite leur électricité que les corps électrisés résineusement; cependant l'expérience a donné à Biot un résultat contraire. (Pag. 258, 2.^{me} vol.)

On dira peut-être que cette perte électrique, observée par Biot, ne provient que du contact de l'air et non d'aucune espèce de rayonnement électrique; mais, si l'on accorde cette supposition, comment expliquera-t-on les attractions et les répulsions simultanées? ne faut-il pas admettre alors un rayonnement semblable à celui du calorique.

118. Dans l'expérience de l'article précédent, chaque carte se trouve ordinairement percée de deux petites ouvertures extrêmement rapprochées; cet effet ne provient point de deux fluides différens, dont l'un partirait du côté négatif; mais il est le résultat de deux courans, partant du côté positif; car si le fluide résineux pouvait produire une de ces ouvertures, il ne manquerait pas de se combiner avec le fluide

vitré pour lequel il a de l'attraction, et comment peut-on imaginer que deux fluides, qui sont censés avoir entr'eux la plus grande affinité, puissent marcher à côté l'un de l'autre, percer deux petites ouvertures contigues à travers un jeu de cartes, sans que cette attraction réciproque ne les ait réunis ?

Cette expérience, que l'on a citée en faveur d'un double fluide, paraît au contraire saper entièrement ses fondemens, et être un des plus fermes appuis de la théorie d'un seul fluide.

En effet, n'est-il pas naturel de supposer que deux filets électriques, partant du côté positif, peuvent marcher à côté l'un de l'autre sans se réunir, lorsqu'on sait que ces filets se repoussent entr'eux et qu'ils sont attirés l'un et l'autre vers la même pointe négative.

119. L'expérience prouve, en quelque sorte, l'existence de ces deux courans positifs; car, en effilant avec soin les pointes de l'expérience précitée, les deux ouvertures se réduisent en une seule; ce qui prouve que les pointes mousses ou mal aiguës renferment encore des aspérités assez sensibles pour remplir les fonctions de petites pointes et lancer des courans de fluide séparés, mais dirigés cependant vers la pointe négative.

M. Biot a cité, comme contraire à la théorie d'un seul fluide, l'expérience suivante :

Mettez en contact deux sphères inégales et électrisées de la même manière, le point de contact passera à l'état naturel, et si l'on éloigne

ces sphères, la plus petite acquerra une électricité contraire à l'électricité primitive; mais l'état électrique de ce point diminuera à mesure que les sphères s'éloigneront davantage, de sorte qu'après avoir atteint l'état naturel, il reprendra la même électricité que le reste du corps.

Voici l'explication que l'on peut donner de cette expérience.

Nous supposons d'abord que les deux sphères sont électrisées positivement :

Soient R et r leurs rayons, e et e' les quantités de fluide naturel de ces corps et δ , δ' l'excédent de leur état naturel, de manière que $e + \delta$, $e' + \delta'$ soient les quantités réelles du fluide électrique qu'ils renferment.

(Fig. 4.) La répulsion que A exercerait sur une molécule ω placée au point de contact est exprimée par

$$\begin{aligned} \pi\omega\left(\frac{e + \delta}{R^2}\right) - \frac{\phi A\omega}{R^2} &= \frac{\omega}{R^2} \left(-\frac{1}{2}\pi e + \pi e + \pi\delta\right) \\ &= \frac{\pi\omega}{R^2} \left(\frac{1}{2}e + \delta\right); \end{aligned}$$

la répulsion de la petite sphère B

$$= \frac{\pi\omega}{r'^2} \left(\frac{1}{2}e' + \delta'\right);$$

les deux sphères étant supposées de même matière, on a

$$e : e' :: R^3 : r^3,$$

ou
$$e' = \frac{er^3}{R^3};$$

pour qu'il y ait équilibre au point de contact,
il faut que

$$\frac{\pi\omega}{R^2}(\tfrac{1}{2}e + \delta) = \frac{\pi\omega}{r^2}(\tfrac{1}{2}e' + \delta');$$

remplaçant e' par sa valeur $\frac{er^3}{R^3}$;

on aura

$$\frac{\pi\omega}{R^2}\tfrac{1}{2}e + \frac{\pi\omega}{R^2}\delta = \frac{\pi\omega}{R^3}\tfrac{1}{2}e + \pi\frac{\delta'}{r^2};$$

or, le premier terme $\frac{\pi\omega}{R^2}\tfrac{1}{2}e$ est plus grand que
le premier terme du second nombre de l'équa-
tion, il faut donc que le second $\frac{\pi\omega}{R^2}\delta$ soit plus
que $\frac{\pi\omega\delta'}{r^2}$, ou $\frac{\delta}{R^2} < \frac{\delta'}{r^2}$.

Soient ϱ, ϱ' les densités du fluide libre répandu
à la surface, on aura

$$\delta = 4\phi R^2 \varrho, \delta' = 4\pi r^2 \varrho';$$

mettant ces deux valeurs dans l'inégalité

$$\frac{\delta}{R^2} < \frac{\delta'}{r^2};$$

ou aura $\varrho < \varrho'$;

c'est-à-dire que la plus petite sphère aura la

plus grande densité électrique; mais on voit en même tems que l'équation

$$\frac{\pi\omega}{R^2} \left(\frac{1}{2} e + \delta \right) = \frac{\pi\omega}{r^2} \left(\frac{1}{2} e' + \delta' \right)$$

exige que $e + \delta > e' + \delta'$.

On conclut de-là que la plus grande sphère conserve après le contact une plus grande masse de fluide, quoique la densité y soit moindre que sur l'autre sphère.

Dès que les sphères se toucheront, leur fluide électrique se mettra en équilibre; les molécules placées au point de contact seront également repoussées par les deux sphères, et si l'on présente à ce point un disque de papier doré, il ne perdra point son état naturel parce que son électricité sera repoussée par des forces égales et opposées, et c'est aussi ce que l'expérience confirme.

Mais il n'est pas exact de dire que dans ce cas le point de contact est à l'état naturel; car, supposons qu'effectivement ce point n'ait que sa quantité naturelle de fluide, il est évident qu'en ajoutant une nouvelle quantité de fluide aux deux sphères réunies, l'état de chaque point devra changer, et cependant l'expérience prouve de nouveau que le petit disque ne prend aucune électricité.

Lorsqu'on éloigne les deux sphères on diminue la répulsion respective de leur fluide, mais celui de la petite sphère se trouve repoussé avec plus de force que celui de la grande; ce

qui fait passer son point de contact à l'état négatif.

On peut avoir une preuve mathématique de cet excès de répulsion exercée sur le point de contact de la petite boule ; en effet, on a pour le point de contact

$$\omega\pi\left(\frac{\frac{1}{2}e + \delta}{R^2}\right) = \omega\pi\left(\frac{\frac{1}{2}e' + \delta'}{r^2}\right),$$

et lorsque les sphères sont à une distance D , la répulsion de A sur une molécule ω placée au point de contact de la sphère B

$$= \frac{\pi\omega(\frac{1}{2}e + \delta)}{(D-r)^2},$$

la répulsion de B sur le point de contact de A

$$= \frac{\pi\omega(\frac{1}{2}e' + \delta')}{(D-R)^2} = \frac{\pi\omega(\frac{1}{2}e + \delta)r^2}{R^2(D-R)^2};$$

la différence de ces deux répulsions

$$= \pi\omega(\frac{1}{2}e + \delta)\left(\frac{1}{(D-r)^2} - \frac{r^2}{R^2(D-R)^2}\right);$$

or,
$$\frac{1}{(D-r)^2} > \frac{R^2(D-R)^2}{r^2},$$

ou
$$\frac{1}{(D-r)} > \frac{r}{R(D-R)};$$

en effet, fessons

$$D = R + r + \mu,$$

on aura

$$\begin{aligned}\frac{1}{D-r} &= \frac{1}{R+\mu} \frac{r}{R(D-R)} = \frac{r}{R(r+\mu)} \\ &= \frac{1}{R+\mu \frac{R}{r}},\end{aligned}$$

et l'on voit clairement que

$$\frac{1}{R+\mu} > \frac{1}{R+\mu \frac{R}{r}},$$

par conséquent le point de contact de la petite boule sera repoussé avec plus de force que celui de la grande boule, et c'est à cause de cet excès de répulsion que ce point acquiert un état négatif; mais, comme cette répulsion diminue en raison du carré de l'éloignement des sphères, il se trouvera une distance où ce point sera à l'état naturel; mais, passé ce terme, il deviendra positif comme tout le reste de la sphère. Puisque la densité électrique des points de contact diminue à mesure que les sphères se rapprochent, il doit paraître extraordinaire de voir qu'au moment où les sphères se touchent, le point de contact de la plus petite acquiert une augmentation électrique qui le fait passer à l'état naturel; mais cette espèce d'anomalie disparaît lorsqu'on fait attention qu'au point de contact la grande sphère cède une partie de son fluide, et qu'alors il s'établit une égalité entre les deux points de contact.

121. Supposons maintenant que les deux sphères soient à l'état négatif.

Si le corps A était seul, le fluide électrique qui lui reste serait repoussé également de chaque côté par le fluide des corps environnans, et chaque point de sa surface aurait la même densité électrique ; mais à cause de la présence de B, son fluide est repoussé vers ce corps par le volume d'air $B' = B$ et par l'attraction de la matière de B, de sorte que les parties voisines du point de contact acquièrent une augmentation de fluide au dépens des parties diamétralement opposées. (Fig. 36.)

La même distribution aura lieu dans la petite sphère B, dont le fluide est repoussé vers A par la sphère atmosphérique $A' = A$, et par l'attraction de la matière A ; on voit donc que le point de contact sera celui dont la densité électrique sera la plus grande, et l'expérience prouve que la condensation y devient assez forte pour le faire passer à l'état naturel.

Lorsqu'on éloigne les deux sphères, A est repoussé par B' et B par A' , mais comme $A' > B'$ le fluide électrique de B sera refoulé vers le point de contact avec plus de force que celui de A, et comme il est en même tems attiré par la matière de A, plus grande que celle de B, ce point de contact acquiert un état positif.

Lorsque les deux sphères sont en contact, elles ne forment qu'un seul corps, et le fluide électrique s'y distribue suivant les lois ordinaires ; mais, lorsque les sphères sont éloignées à une petite distance l'une de l'autre, la lame

isolante d'air qui les sépare forme avec ces deux corps une espèce de bouteille de Leyde, et l'on sait qu'une pareille machine détermine une accumulation électrique sur une des faces ; aussi l'expérience que nous venons de citer n'est-elle qu'une conséquence de la théorie de la bouteille de Leyde.

123. L'état négatif étant produit par une diminution dans le fluide naturel d'un corps, une sphère électrisée négativement doit exiger une plus grande quantité de fluide pour passer à l'état naturel, lorsqu'elle est massive, que lorsqu'elle est creuse, et c'est pour mettre en évidence cette conséquence que nous avons fait l'expérience suivante :

Nous nous sommes servi de deux grands conducteurs isolés d'une machine électrique ; ils étaient entièrement semblables et avaient environ 2 mètres de long et 20 centimètres de diamètre ; nous les avons électrisés en les mettant en communication avec le conducteur positif de la machine électrique, puis nous les avons rapprochés entr'eux parallèlement jusques au contact, afin de leur communiquer la même quantité d'électricité ; enfin, tenant isolés ces conducteurs, nous les avons éloignés l'un de l'autre en les suspendant au plancher par des cordons de soie ; cela fait, nous avons pris deux boules d'argent de deux centimètres de diamètre, mais l'une creuse et l'autre massive. L'une et l'autre était suspendue à un fil de soie ; ayant chargé en même tems une forte bouteille de Leyde, nous touchions en même tems, avec nos deux boules, les deux points opposés de la
garniture

garniture extérieure; par ce moyen les deux petites boules pouvaient prendre le même état négatif. Alors nous les portions sur nos grands conducteurs isolés qui les faisaient passer subitement à l'état positif : nous touchions avec la main nos deux boules pour les faire passer à l'état naturel; puis nous les portions de nouveau sur la garniture extérieure de la bouteille de Leyde; elles prenaient un état négatif et étaient portées une seconde fois sur nos conducteurs; avec l'attention de mettre toujours en contact la même boule avec le même conducteur. Nous avons continué cette opération jusqu'au moment où nous avons vu que les conducteurs ne donnaient aucune marque d'électricité; dans cette expérience il n'a fallu que 22 contacts de la boule massive pour faire passer le conducteur à l'état naturel, tandis qu'il en a fallu 30 de la boule creuse pour faire arriver au même état l'autre conducteur semblable.

La conclusion la plus favorable qu'on puisse tirer de cette expérience, en faveur des deux fluides électriques, est de supposer que l'électricité résineuse se répand dans l'intérieur des corps sphériques, et c'est déjà une propriété qu'on lui refuse; mais si ce fluide peut se répandre dans les corps sphériques, il faut admettre, ou que les molécules ne se repoussent pas en raison inverse du carré des distances; ou qu'elles ont de l'affinité pour les corps, et c'est encore une autre propriété qu'on n'a point donnée aux deux fluides électriques.

OBSERVATIONS SUR QUELQUES THÉORIES
D'ÉLECTRICITÉ.

124. *Æpinus*, ayant voulu soumettre au calcul les principes électriques de *Franklin*, commit une erreur, qu'on pourrait appeler une erreur de définition, et dont les fautes le conduisirent à admettre la répulsion des molécules matérielles des corps.

125. Voici quelle fut la cause de cette erreur : il considère une molécule placée sur un corps à l'état naturel, et il admet qu'il y a équilibre entre les forces qui l'attirent et les forces qui la repoussent, de sorte qu'en nommant ω la masse de cette molécule, l'attraction que la sphère exerce sur elle, sera

$$\phi a \omega - \pi e \omega,$$

et comme cette attraction est supposée nulle par *Æpinus*, on en déduit $\phi a = \pi e$; cela posé, examinons l'action des deux corps naturels a, a' .

La force qui tend à les réunir est exprimée par

$$aa'f + \phi ae' + \phi' a'e - \pi ee',$$

mais comme l'on a en même tems

$$\phi a : \phi' a' :: e : e',$$

ou

$$\phi ae' = \phi' a'e;$$

l'expression ci-dessus devient

$$aa'f + 2a\phi e' - \pi ee',$$

$$aa'f + e', \text{ ou } (2a\phi - \pi e)$$

et comme nous avons déjà trouvé $\phi a = \pi e$; la force ci-dessus se réduit à

$$aa'f + \phi ae',$$

quantité positive; de sorte que deux corps à l'état naturel devraient s'attirer: mais comme l'expérience contredit ce résultat, Æpinus admit que $aa'f$ état négatif, c'est-à-dire, qu'il supposa une répulsion entre les molécules élémentaires des corps, ce qui lui donna $aa'f = \phi ae'$.

126. L'erreur d'Æpinus n'a d'autre source que sa première supposition, qui, d'ailleurs, paraît en opposition avec l'expérience; car, on sait que dans le vide les corps ne peuvent conserver la moindre quantité de fluide: ce qui fait présumer qu'une force intérieure repousse ce fluide au dehors.

127. On dira, peut-être, qu'en admettant cette répulsion, les corps naturels devraient perdre leur fluide et passer à l'état négatif, mais cette objection se détruit d'elle-même lorsqu'on considère un corps comme la réunion de petites sphères enveloppées d'une couche électrique; alors toutes ces sphères sont en équilibre entr'elles, (art. 38.) et quoique leur électricité soit repoussée par celle des sphères intérieures, il ne se manifeste aucun mouvement, parce que cette répulsion agit dans tous les sens, et que d'ailleurs cette électricité est fortement retenue par la molécule élémentaire et sphérique qu'elle enveloppe.

Aussi les molécules électriques qui enveloppent la petite sphère i sont repoussées par

tout le reste du corps ; mais elles n'ont pas de mouvement à cause de la forte attraction de la matière propre de *i* qui est , pour ainsi dire , en contact avec ces molécules.

128. M. Thillaye a donné, en 1817, une traduction de l'ouvrage anglais de M. Singer. Cet ouvrage qui traite de l'électricité, renferme un grand nombre d'expériences que l'auteur a présentées pour appuyer sa théorie.

M. Thillaye a expliqué les expériences de l'auteur en adoptant le système d'un double fluide.

129. Jusqu'ici le système de Coulomb a paru le plus complet ; il a été médité jusques dans ses plus petits détails par cet illustre physicien : aussi est-il adopté en France par le plus grand nombre de personnes qui ont quelques notions de physique.

130. Les idées de Franklin eurent un moment la plus grande vogue ; mais , comme leur auteur ne leur donna que peu de développement , Aepinus s'en saisit, et , descendant dans tous les détails que Franklin n'avait fait qu'effleurer, il fut conduit, comme nous l'avons déjà dit, à cette singulière conséquence, qui le força d'admettre, ou une répulsion entre les molécules de la matière, ou une attraction entre les corps à l'état naturel.

131. La plupart des physiciens crurent d'abord que ces résultats étaient une conséquence nécessaire de l'existence d'un seul fluide , et c'est à cette opinion , trop répandue,

que l'on doit attribuer le peu de succès qu'ont obtenu les différentes théories basées sur un seul fluide électrique.

132. L'auteur Anglais n'a pas admis les résultats d'Æpinus ; mais son ouvrage , qui renferme un grand nombre d'expériences , offre peu de développemens théoriques , et ses idées sur ce fluide renferment des erreurs dont il est utile de montrer les conséquences.

Selon lui , les molécules électriques ne se repoussent point entr'elles , et , pour se rendre raison de la répulsion de deux corps positifs , il est obligé d'admettre que leur écartement est produit par l'attraction des corps environnans ; mais , lorsqu'il veut expliquer la charge de la bouteille de Leyde , ou l'électrisation par influence , il fait des hypothèses qui ne peuvent s'expliquer que par la répulsion mutuelle des molécules électriques.

En effet , comment concevoir que le fluide de l'intérieur de la bouteille puisse chasser celui de la garniture extérieure , s'il n'y a pas de répulsion entre ces fluides.

133. M. Singer cite , en faveur de son opinion , le mouvement rectiligne du fluide électrique dans un tube de verre où l'on a fait le vide : puisque le fluide s'y meut en ligne droite , il faut , dit ce physicien , qu'il n'y ait point de répulsion entre les molécules électriques.

134. Notre théorie donne une explication satisfaisante de ce mouvement en ligne droite ; en effet , nous avons dit qu'un corps à l'état

naturel repousse le fluide électrique ; par conséquent, les parois du tube de verre doivent comprimer le fluide qui se meut dans leur intérieur et l'empêcher de se dilater.

Lorsque les parois du vase sont des corps conducteurs, la répulsion qu'ils exercent est moindre, (art. 79.) et c'est pour cette raison que la lumière électrique prend une marche tortueuse pour se porter indifféremment dans tous les sens.



FIN.

