

QUATRIÈME MÉMOIRE

SUR L'ÉLECTRICITÉ,

Où l'on démontre deux principales propriétés du
Fluide électrique :

La première, que ce fluide ne se répand dans aucun corps par une affinité chimique ou par une attraction élective, mais qu'il se partage entre différens corps mis en contact uniquement par son action répulsive ;

La seconde, que dans les corps conducteurs le fluide parvenu à l'état de stabilité, est répandu sur la surface du corps, & ne pénètre pas dans l'intérieur.

Par M. COULOMB.

I.

Nous avons déterminé dans les trois Mémoires qui précèdent, la loi de répulsion du fluide électrique de même nature, & celle d'attraction des deux fluides électriques de différentes natures, & nous avons prouvé, par des expériences très-simples & qui paroissent décisives, que cette action étoit très-exactement en raison inverse du carré des distances. Nous avons également prouvé, par des expériences du même genre, que l'action, soit répulsive, soit attractive du fluide magnétique, suivoit la même loi. Dans le troisième Mémoire, nous avons déterminé suivant quelle loi la densité électrique d'un corps isolé décroissoit, soit par le contact de l'air plus ou moins humide, soit le long des soutiens idio-électriques lorsqu'ils n'ont pas une longueur

suffisante; ce qui dépend principalement, ainsi que nous l'avons vu, du plus ou moins d'idio-électricité de ces soutiens, de leur plus ou moins d'affinité avec les vapeurs aqueuses, de l'état de l'air, de la densité du fluide électrique du corps isolé, & de la grosseur de ce corps.

I I.

NOUS nous servirons ici de la balance décrite dans notre premier Mémoire, imprimé dans le volume de 1785. Tout le changement que nous y avons fait, c'est de substituer à la bande de papier collée autour du cylindre qui renferme l'aiguille, & qui, divisée en degrés, sert à déterminer la distance des deux balles, un cercle de bois posé sur quatre piliers, dont le diamètre est à peu-près double de celui du cylindre : l'on place ce cercle de manière que son centre se trouve dans l'à-plomb du fil qui suspend l'aiguille, & que la première division de ce cercle réponde à l'alignement du fil de suspension & du centre de la balle soutenue par l'aiguille, lorsque l'aiguille s'arrête naturellement, & que l'index du micromètre répond aussi à la première division du cercle du micromètre.

Nous devons cependant avertir que depuis la lecture du Mémoire, que nous citons, & qui contient la description de cette balance, nous en avons construit plusieurs autres d'une forme différente: la plus grande est carrée, elle a trente-deux pouces de côté, vingt pouces de hauteur, elle est fermée sur les côtés par quatre glaces fixées par un enduit idio-électrique, dans des châssis très-légers de bois passés au four, enduits à chaud d'un vernis formé de gomme-laque & de térébenthine. Au-dessus de la boîte, est une traverse qui porte un cylindre vertical de verre de quinze pouces, surmonté d'un micromètre; un cercle placé en-dehors de cette boîte sert à mesurer la distance des balles. Dans cette balance, l'on peut faire des expériences avec des globes électrisés de quatre à cinq pouces de diamètre : dans la première balance dont le cylindre n'a qu'un pied de diamètre, l'on

ne pouvoit employer que des globes tout au plus d'un pouce de diamètre. Mais il faut remarquer qu'il y a ici beaucoup de cas où les expériences en petit sont plus décisives que celles en grand, parce que l'attraction ou la répulsion du fluide électrique étant pour chaque élément, en raison inverse du carré des distances, pour que les résultats soient simples, il faut presque toujours que la distance des corps dont on veut mesurer l'action réciproque, soit beaucoup plus grande que les dimensions particulières de ces corps.

III.

PREMIER PRINCIPLE.

Le fluide électrique se répand dans tous les corps conducteurs suivant leur figure, sans que ce fluide paroisse avoir de l'affinité ou une attraction élective pour un corps préférablement à un autre.

J'AI suspendu dans le trou de la balance, à la hauteur de la balle de l'aiguille, une petite balle de cuivre de huit lignes de diamètre, soutenue par un petit cylindre de gomme-laque. Le centre de cette balle étoit placé de manière qu'il répondoit à l'alignement du fil de suspension, & de la première division du cercle placé en dehors de la balance. La balle de l'aiguille qui touchoit contre la balle de cuivre, se trouvoit par-là éloignée de la position où la torsion est nulle, de la somme des demi-diamètres des deux balles en contact.

1.^{re}
Expérience.

L'on a électrisé les deux balles par le procédé décrit dans le premier Mémoire; l'aiguille a été chassée à peu près vers 48 degrés. Au moyen du bouton du micromètre l'on a tordu le fil de suspension de 120 degrés, pour ramener la balle de l'aiguille vers celle de cuivre, & l'on a attendu que l'aiguille cessa d'osciller; elle s'est arrêtée

à 28 degrés : dans cet état, j'ai fait tout de suite toucher la balle de cuivre de huit lignes de diamètre par une balle de sureau, exactement de la même grosseur, soutenue par un petit cylindre de gomme-laque. En retirant la balle de sureau, l'aiguille s'est rapprochée de la balle de cuivre; & pour la ramener à la première distance de 28 degrés, j'ai été obligé de détordre le fil; en sorte que le micromètre, avant le contact, marquoit 120 degrés, qu'après le contact, il ne marquoit plus que 44 degrés.

2.^{me}
Expérience.

Au lieu de la balle de cuivre, j'ai suspendu dans le trou de la balance, au moyen d'un petit cylindre de gomme-laque, un cercle de fer de dix lignes de diamètre, dont le plan vertical passoit par le point zéro du cercle extérieur à la balance qui sert à mesurer la distance des balles, & par le fil de suspension de l'aiguille. Ayant ensuite, comme dans l'expérience précédente, électrisé la balle de l'aiguille & le plan de fer, la balle de l'aiguille a été chassée; j'ai tordu le fil de suspension pour ramener l'aiguille vers le plan de fer, & au moyen de 110 degrés de torsion, l'aiguille s'est arrêtée à 30 degrés de ce plan. J'ai fait toucher tout de suite le cercle de fer par un petit cercle de papier qui étoit exactement du même diamètre, & après avoir retiré le cercle de papier, j'ai trouvé que pour que l'aiguille s'arrêtât sur 30 degrés, il falloit réduire la torsion à un peu moins de 40 degrés.

I V.

Résultat des deux Expériences.

DANS la première expérience, la balle de cuivre, avant le contact de la balle de sureau, chassoit l'aiguille à 28 degrés, le micromètre marquant 120 degrés; ainsi la force de torsion étoit pour lors 148 degrés. Après que la balle de sureau a eu touché la balle de cuivre, cette dernière a repoussé l'aiguille à 28 degrés, le micromètre marquant seulement 44 degrés; en sorte que la force de torsion

totale, égale à la force répulsive des deux balles étoit de 72 degrés; mais il y a eu à peu-près une minute d'intervalle entre les deux observations, & la force électrique diminueoit d'un cinquantième par minute le jour de cette expérience: ainsi la force totale de torsion auroit été à-peu-près de $73^{\text{d}} \frac{1}{2}$, si l'électricité n'eût pas diminué d'un cinquantième. Cette quantité ne diffère que d'un demi-degré, ou de $\frac{1}{147}$ de 74 degrés, moitié de la première force de torsion 148 qui mesure la répulsion électrique avant le contact; ainsi, puisque dans les deux observations, la distance des deux balles est exactement la même, & que l'action est en raison inverse du carré des distances & directe de densités du fluide électrique, il en résulte que la balle de sureau a pris exactement la moitié du fluide électrique de la balle de cuivre; ainsi la balle de métal n'a pas une affinité ou attraction élective pour le fluide électrique plus grande que celle de sureau.

Dans la seconde expérience, où le cercle de fer étoit touché par un cercle de papier exactement du même diamètre, le fluide électrique s'est encore partagé également entre les deux cercles. L'on a fait ces expériences avec des balles de différentes matières, on les a répétées dans la grande balance avec des globes de cinq ou six pouces, & l'on a toujours eu les mêmes résultats.

V.

PREMIÈRE REMARQUE.

IL faut observer que lorsque deux corps égaux & semblables mis en contact, sont parfaitement conducteurs comme tous les métaux, il ne faut qu'un seul instant inappréciable pour que l'électricité se partage également entre les deux corps. Mais lorsqu'un des deux est conducteur imparfait, tel par exemple que notre plan de papier, il faut souvent plusieurs secondes avant que le cercle de papier ait pris exactement la moitié du fluide électrique du cercle de métal.

ce qui dépend non-seulement de la qualité plus ou moins conductrice des deux corps, mais encore de leur étendue réciproque & de la manière dont ils sont mis en contact. Dans le Mémoire qui précède, nous avons déjà tâché d'expliquer comment la force coërcitive des soutiens idio-électriques imparfaits ne permet au fluide électrique de s'étendre & de pénétrer que jusqu'à une certaine distance du corps conducteur chargé d'électricité.

V. I.

SECONDE REMARQUE.

IL faut encore observer, en répétant la seconde expérience, de placer dans le contact les deux cercles symétriquement, en sorte, par exemple, que le limbe de l'un ne touche pas, en formant un angle, un point de la surface de l'autre, car pour lors le fluide électrique se partageroit d'une manière inégale entre les deux cercles: dans l'expérience précédente, je fais toucher le limbe d'un des cercles par le limbe de l'autre, en ayant soin de le tenir dans le même plan.

V I I.

DEUXIÈME PRINCIPE.

Dans un Corps conducteur chargé d'Électricité, le fluide électrique se répand sur la surface du corps, mais ne pénètre pas dans l'intérieur du corps.

LES expériences destinées à prouver cette proposition; exigent des électromètres beaucoup plus sensibles que tous ceux qui sont en usage. Voici celui dont je me sers: l'on tire, en faisant chauffer à une bougie, un fil de gomme-laque de la grosseur à peu-près d'un fort cheveu; on lui donne dix à douze lignes de longueur; une de ses extrémités est attachée au haut d'une petite épingle sans tête, suspendue

suspendue à un fil de soie, tel que le donne le ver à soie; à l'autre extrémité du fil de gomme-laque, l'on fixe un petit cercle de clinquant de deux lignes à peu-près de diamètre: l'on suspend ce petit électromètre dans un cylindre de verre; sa sensibilité est telle, qu'une force d'un soixante millième de grain chasse l'aiguille à plus de 90 degrés. Je donne à cet électromètre un foible degré d'électricité, de la nature de celle que je veux communiquer au corps qui doit être soumis aux expériences, & je le suspends dans un cylindre de verre, pour le mettre à l'abri des courans d'air; cela fait, je place un corps solide, d'une figure quelconque, percé de plusieurs trous qui ont peu de profondeur, sur un support idio-électrique qui l'isole. Le corps que je vais soumettre aux expériences, est un cylindre de bois solide, de quatre pouces de diamètre, percé de plusieurs trous de quatre lignes de diamètre & de quatre lignes de profondeur.

V I I I.

JE pose ce cylindre sur un support idio-électrique; au Expérience.
moyen de la bouteille de Leyde, ou du plateau métallique d'un électrophore, je lui donne une ou plusieurs étincelles électriques. J'isole à l'extrémité d'un petit cylindre de gomme-laque d'une ligne de diamètre, un petit cercle de papier doré d'une ligne & demie de diamètre.

Premier essai. Le clinquant de l'électromètre étant électrisé, je fais toucher la surface du cylindre électrisé, par le petit cercle de papier doré, je le présente à l'électromètre; l'aiguille de cet électromètre est chassée avec force.

Deuxième essai. Mais si j'introduis le petit cercle de papier dans un des trous du cylindre, & que je lui fasse toucher le fond d'un de ces trous; que je le présente ensuite au clinquant soutenu à l'extrémité de l'aiguille de l'électromètre, cette aiguille ne donnera aucun signe d'électricité.

Mém. 1786.

K

Explication & résultat de cette Expérience.

Je fais toucher, dans le premier essai, le petit plan de papier doré à la surface du cylindre; comme ce plan n'a qu'un dix-huitième de ligne d'épaisseur, il devient une partie de la surface de ce cylindre, & prend par conséquent une quantité de fluide électrique, égale à celle que contient une partie de la surface égale à ce petit cercle. Dans cet essai, le petit cercle se trouve chargé d'une quantité d'électricité qui est non-seulement sensible à notre petit électromètre, mais dont on peut même mesurer exactement l'intensité, au moyen de notre balance électrique.

Dans le deuxième essai, nous faisons toucher le petit cercle de papier doré, au fond d'un des trous du cylindre, quatre lignes à peu-près au-dessous de la surface, ou à vingt lignes de son axe; en retirant avec soin ce petit cercle, sans qu'il touche au bord du trou, nous trouvons, en le présentant à l'aiguille de l'électromètre, ou qu'il ne donne aucun signe d'électricité, ou qu'il donne des signes très-foibles d'électricité contraire à celle du cylindre: il est donc clair que dans cette expérience il n'y a point de fluide électrique dans l'intérieur du corps, même très-près de la surface.

Les signes d'électricité contraire, que l'on aperçoit seulement quelquefois, tiennent à ce que lorsque le petit cylindre de gomme-laque est introduit dans les trous, l'action électrique de la surface du corps électrisé donne, en dehors de ce corps, au fil de gomme-laque, une petite électricité d'une nature différente de la sienne, parce que ce petit fil de gomme-laque se trouve isolé dans la sphère d'activité. La preuve que tout se passe ainsi, que ce petit degré d'électricité existe dans le fil de gomme-laque, & non dans le petit cercle de papier doré qui a été mis en

contact avec un point intérieur du corps; c'est que si l'on touche ce cercle, l'on ne détruit pas cette petite électricité, qui est toujours très-foible lorsque la gomme-laque est pure, & que l'air n'est pas très-humide.

X.

CETTE propriété du fluide électrique de se répandre sur la surface des corps conducteurs, & de ne point pénétrer dans l'intérieur de ces corps lorsque ce fluide est parvenu à l'état d'équilibre, est une conséquence de la loi de la répulsion de ses élémens, en raison inverse du carré des distances, loi que nous avons trouvée dans notre premier Mémoire: mais comme c'est l'expérience, & non la théorie, qui nous a conduits, nous avons cru devoir suivre la même marche dans l'exposé de nos recherches; voyons actuellement comme la théorie généralise le résultat annoncé par l'expérience.

X I.

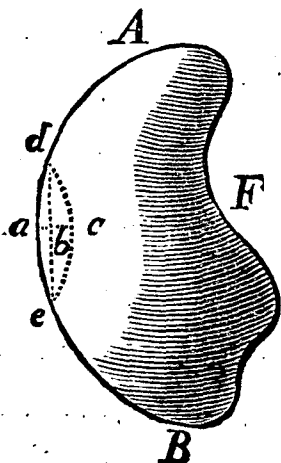
THÉORÈME.

TOUTES les fois qu'un fluide renfermé dans un corps où il peut se mouvoir librement, agit par répulsion dans toutes ses parties élémentaires, avec une force moindre que la raison inverse du cube des distances, telle que feroit, par exemple, l'inverse de la quatrième puissance; pour lors l'action de toutes les masses de ce fluide qui sont placées à une distance finie d'un de ses élémens, est nulle relativement à l'action des points de contact; c'est ce que nous avons prouvé dans une note de notre second Mémoire imprimé dans le volume de l'*Académie*, 1785. Ainsi, le fluide qui doit son électricité à cette loi de répulsion, se répandra uniformément dans le corps; mais toutes les fois que l'action répulsive des élémens du fluide qui produit son élasticité est plus grande que l'inverse du cube, telle, par exemple, que nous l'avons trouvée pour

l'électricité en raison inverse du carré des distances; pour lors, l'action des masses du fluide électrique placée à une distance finie d'un des élémens de ce fluide, n'étant pas infiniment petite relativement à l'action élémentaire des points en contact, tout le fluide doit se porter à la surface du corps, & il ne doit point en rester dans son intérieur.

Démonstration.

DANS un corps d'une figure quelconque AaB , que je



suppose rempli de fluide dont les parties élémentaires agissent l'une sur l'autre en raison inverse du carré des distances, j'élève à un point a une normale ab infiniment petite; & par le point b , je fais passer un plan perpendiculaire à cette normale, qui divise le corps en deux parties, l'une infiniment petite $dabe$, l'autre finie $dAFBe$. Ainsi, en décomposant suivant ab , toutes les

forces avec lesquelles la partie infiniment petite $dabe$ agit sur le point b , elle doit faire équilibre à l'action résultante, suivant ba , de toute la masse du fluide répandu dans le corps $dAFBe$. Imaginons actuellement sur le plan dbe , de l'autre côté de a , une petite calotte dce exactement égale à la calotte dae , en prolongeant ab jusqu'en c , cb sera égale à ab . Mais si le fluide est répandu dans tout le corps, pour que la loi de continuité existe, il faut, puisque ac peut être diminué à l'infini, que la densité du fluide au point c soit égale à celle du point a , ou au moins n'en diffère que d'une quantité que l'on peut diminuer à l'infini. Ainsi, la seule petite masse de fluide électrique contenue dans la calotte dce , doit faire équilibre à celle contenue dans la calotte $dabe$.

d'où il résulte que l'action de toute la masse de fluide qui seroit contenue dans le reste du corps doit être nulle; ce qui ne peut avoir lieu lorsque l'action des masses placées à une distance finie d'un point du fluide, n'est pas infiniment petite relativement à l'action d'un élément du corps en contact avec ce point, à moins que la densité de ces masses ne soit nulle. D'où résulte que dans l'état de stabilité du fluide électrique, tout ce fluide se portera à la surface du corps, & qu'il n'y en aura point dans l'intérieur.

La première partie du théorème, que le fluide doit se répandre uniformément dans le corps, lorsque l'action des élémens en contact est infinie relativement à l'action des masses finies qui sont à une distance finie de ces mêmes élémens, n'a pas besoin de démonstration.

X I I.

NOUS verrons dans un des Mémoires qui suivront celui-ci, quelle est la densité électrique de chaque point de la surface d'un corps, d'une figure donnée, & quel est l'état des particules idio-électriques de l'air immédiatement en contact avec ces surfaces.

