

l'aiguille peut prendre l'une ou l'autre des directions représentées par ces lignes, ce qui est impossible, car l'expérience a montré que l'aiguille aimantée a une *seule* position d'équilibre stable (793).

Pour se représenter la distribution de ces lignes de force, on n'en considère qu'un certain nombre, distantes d'une quantité arbitraire, mais assez rapprochées pour donner l'idée nette de toutes les courbes intermédiaires qui existent en réalité.

La connaissance de ces lignes de force est intéressante puisqu'elles renseignent immédiatement sur la direction que prend l'aiguille aimantée en chaque point; nous verrons ultérieurement qu'elles sont utiles à considérer à d'autres points de vue.

La forme de ces lignes de force peut être connue par un procédé plus simple que celui qui nous a servi à expliquer leur existence. Les courbes dessinées par la limaille de fer dans les fantômes magnétiques (791) donnent, en effet, les lignes de force.

Pour le comprendre, on peut remarquer, que par suite du voisinage de l'aimant, chaque parcelle de limaille s'aimante par influence et que leur ensemble se comporte, à peu près au moins, comme une série d'aiguilles aimantées de très petites dimensions.

La connaissance des lignes de force fournit encore un autre renseignement important: on démontre, en effet, que l'intensité du champ magnétique en un point est d'autant plus grande que, en ce point, les lignes de force voisines sont plus rapprochées. On voit donc ainsi immédiatement en quelles régions les actions magnétiques sont les plus intenses.

## CHAPITRE II

### ÉLECTRICITÉ STATIQUE

812. **Électrisation. Corps bons, mauvais conducteurs.** — On sait que certains corps, le verre, la résine, soufre, l'ambre, etc., frottés avec une peau de chat ou avec un morceau de laine, acquièrent la propriété d'attirer les corps légers (fig. 392). On dit alors que ces corps sont *électrisés* (du mot grec *ἤλεκτρον*, *ambre*, parce que c'est sur cette substance que ces phénomènes ont été observés d'abord), et l'on désigne par le mot d'*électrisation* l'action qui a fait apparaître cette propriété.

Comme pour le magnétisme, l'attraction est plus facile à observer en employant le *pendule électrique* (fig. 393); cet appareil est constitué par une balle de sureau suspendue à un fil de soie maintenu fixe à son extrémité supérieure. Il est bon que le support soit constitué par un pied

en verre; nous verrons ultérieurement la raison de cette condition, de même que de la nécessité d'employer un fil de soie.

813. — On aurait une idée incomplète du phénomène de l'électrisation en se bornant à cette seule expérience: il importe, en effet, de remarquer que le frottement qui est la cause de l'électrisation s'exerce aussi bien sur le corps frottant, laine ou peau de chat, que sur le corps frotté, verre ou résine. Il est donc utile d'examiner ce qui se passe sur chacun des corps.



Fig. 392.

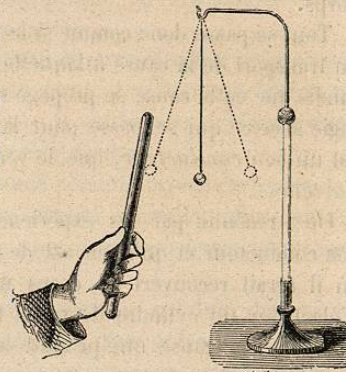


Fig. 393.

A cet effet, on prend deux plateaux (fig. 394) portés par des manches en verre; l'un d'eux est en bois recouvert de drap, l'autre est un disque

de verre, par exemple. Tenant ces disques à la main, on les frotte l'un contre l'autre, puis on les sépare; on reconnaît aisément que tous les deux sont électrisés, c'est-à-dire que tous les deux attirent les corps légers. Nous verrons que, malgré cette propriété commune, ils diffèrent par certains points.

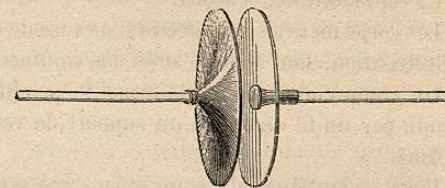


Fig. 394.

814. — Tous les corps, placés dans ces mêmes conditions, s'électrisent; mais on n'aperçoit pas de trace d'électrisation si, par exemple, on frotte avec un morceau de laine un cylindre de métal que l'on tient directement à la main. Cette différence ne peut donc tenir qu'à ce fait que, dans un cas, le métal est tenu directement, tandis que, dans l'autre, il est tenu par l'intermédiaire d'un support de verre. Cherchons à nous rendre compte de cette différence.

Si nous électrisons un disque ou un bâton de verre ou de résine en le frottant sur une région limitée, on reconnaît que l'électrisation se manifeste seulement à la région frottée, et que le reste du corps n'est pas électrisé. La cause, quelle qu'elle soit, qui produit l'électrisation, ne s'est donc pas répandue dans le corps, pour ainsi dire.

Si nous recommençons l'expérience de la même façon avec un disque ou un cylindre de métal porté par un manche de verre, on voit que le

corps est électrisé, non seulement dans les parties qui ont été frottées, mais que l'électrisation se manifeste sur toute sa surface; la propriété électrique n'est pas restée localisée, elle s'est étendue à tout le corps.

Tout se passe donc comme si le verre, la résine opposaient un obstacle au transport de la cause à laquelle sont dus les phénomènes électriques, tandis que cette cause se propage sans difficulté dans le métal. Par analogie avec ce qui se passe pour la chaleur, on dit que ce dernier corps est un *bon conducteur*, que le verre et la résine sont de *mauvais conducteurs*.

On a reconnu par des expériences directes que le corps humain est bon conducteur et qu'il en est de même du sol (sauf le cas particulier où il serait recouvert de corps mauvais conducteurs). L'impossibilité d'électriser un cylindre de métal tenu directement à la main s'explique dès lors : la cause qui produit les phénomènes électriques et qui se manifeste par le frottement passe par le métal et le corps jusqu'au sol où elle se perd, le métal n'est donc plus électrisé.

Rien de semblable ne se produit pour le verre et la résine, même si on les tient à la main, puisque l'électrisation reste localisée au point où elle s'est manifestée d'abord.

Les corps mauvais conducteurs, à cause de cette propriété de maintenir l'électrisation, sont appelés aussi des *isolants*.

On comprend dès lors pourquoi le pendule électrique doit être suspendu par un fil de soie à un support de verre, le verre et la soie étant isolants.

Il est évident que l'air est un isolant, car sans cela les corps sur lesquels nous avons opéré ne pourraient rester électrisés.

L'expérience montre que entre les corps bons conducteurs absolument et les isolants parfaits, il existe une série de corps qui ne sont absolument ni bons, ni mauvais conducteurs : ils permettent le passage de la cause des phénomènes électriques, mais non toutefois sans quelque retard. C'est le cas de l'air humide, par exemple; aussi les expériences que nous avons signalées et celles que nous allons décrire réussissent mal si l'air n'est pas très sec.

**815. Attractions et répulsions des corps électrisés.** — Considérons un corps électrisé et mettons en contact avec lui un corps mauvais conducteur ou un bon conducteur tenu par un manche isolant. On reconnaît qu'après un temps plus ou moins long, le second corps est électrisé : il y a eu *électrisation par contact*.

Si en particulier on approche un corps électrisé, un bâton de résine, par exemple, de la boule d'un pendule électrique et qu'on laisse le contact s'établir, la boule sera électrisée : on peut s'en assurer, d'ailleurs, en vérifiant qu'elle attire un corps léger.

Si alors, de nouveau, on approche le bâton de résine, on voit que la boule est repoussée contrairement à ce qui s'était produit d'abord : la différence ne peut venir que du fait que la boule est électrisée.

Mais si de cette boule électrisée on approche un morceau de verre électrisé, on observe une attraction très nette.

Cette expérience permet de conclure que le verre électrisé et la résine électrisée, quoique agissant de la même façon sur les corps légers, ne sont pas dans des conditions identiques : il existe une différence dans leur manière d'être électrisés, dans leur électrisation.

En approchant successivement du même pendule divers corps préalablement électrisés, on voit que certains attirent la boule, que d'autres la repoussent. Il y a donc lieu d'établir une distinction entre l'électrisation de ces divers corps.

Les corps qui, comme la résine, repoussent le pendule dans cette expérience sont dits *électrisés résineusement*; ceux qui attirent le pendule sont dits *électrisés vitreusement*. Disons immédiatement que tous les corps qui, dans cette expérience, ont agi de la même façon, la résine et les corps électrisés résineusement par exemple, se comporteront toujours de même aussi dans toutes les circonstances.

L'expérience aurait donné les mêmes résultats d'une manière générale, si, au début, on avait mis la boule du pendule en contact avec du verre électrisé; seulement, cette fois, les corps électrisés résineusement auraient produit l'attraction, les corps électrisés vitreusement, la répulsion. La même opposition existe donc.

816. — Remplaçons dans le pendule électrique la balle de sureau par un petit cylindre de résine suspendu par son centre de gravité et électrisons par frottement une des extrémités : cette aiguille sera ainsi électrisée résineusement. Si alors on en approche un corps électrisé vitreusement, elle sera attirée; mais l'approche d'un corps électrisé résineusement produira une répulsion.

Recommençons l'expérience en remplaçant l'aiguille de résine par un petit cylindre de verre que nous électriserons par frottement, vitreusement. La même expérience montre que les corps électrisés vitreusement produiront une répulsion, les corps électrisés résineusement donneront naissance à une attraction.

En rapprochant ces diverses expériences, on est donc conduit à énoncer les lois suivantes :

*Deux corps électrisés semblablement se repoussent ;*

*Deux corps électrisés contrairement s'attirent.*

Ajoutons qu'on reconnaît aisément que les forces qui prennent naissance dans ces expériences diminuent quand la distance augmente.

817. — Nous avons dit que lorsque la balle du pendule avait touché la résine électrisée, elle avait été repoussée : elle était donc électrisée

résineusement. C'est-à-dire que, par contact, un corps se charge semblablement au corps électrisé qu'on en approche.

On conçoit dès lors que le pendule électrisé préalablement permette de reconnaître la nature de l'électrisation d'un corps suivant que celui-ci l'attire ou le repousse.

Si, par exemple, on approche de ce pendule électrisé les deux disques qui ont été frottés l'un contre l'autre dans une expérience précédente (813), on reconnaît que dans tous les cas, quelle que soit la nature de ces disques, il y en a toujours un qui attire le pendule et l'autre qui le repousse.

On peut donc dire que quand on frotte deux corps l'un contre l'autre, ils s'électrisent toujours contrairement.

**818. Hypothèses sur la cause des phénomènes électriques.** — Avant de continuer l'étude des phénomènes électriques, nous allons indiquer l'hypothèse à l'aide de laquelle nous relierons entre eux les différents faits que nous aurons à signaler; les résultats précédents suffisent pour expliquer au moins en partie le choix de cette hypothèse.

Nous admettrons que les phénomènes électriques sont dus à l'existence d'un agent dont la nature ne nous est pas connue et que nous appellerons *électricité*. Cet agent est-il d'une nature spéciale que nous ne connaissons pas? est-il plus ou moins semblable à ce que nous avons appelé l'éther (447)? ne serait-il pas l'éther même? nous ne savons, et les phénomènes connus jusqu'à présent ne permettent pas absolument de se prononcer. D'ailleurs, la connaissance de la vraie nature de l'électricité n'est pas indispensable.

Nous admettrons que tous les corps contiennent de l'électricité qui peut s'y maintenir, mais qui peut aussi se déplacer plus ou moins facilement.

Nous admettrons que les molécules d'électricité se repoussent les unes les autres.

Nous admettrons que, si, dans certains cas, l'électricité peut se déplacer dans les corps, dans d'autres cas les molécules d'électricité soumises à des forces extérieures entraîneront dans leur mouvement les corps dans lesquels elles se trouvent, si ceux-ci sont libres.

Nous admettrons que lorsqu'un corps se trouve dans un milieu déterminé, il est en équilibre électrique, il n'est le siège d'aucun phénomène d'électrisation, s'il contient une certaine quantité d'électricité qui est en rapport tant avec ses dimensions qu'avec la quantité d'électricité contenue dans le milieu ambiant. Nous dirons alors que le corps est à l'état *neutre*.

Les phénomènes électriques apparaissent dans un corps lorsque celui-ci contient une quantité d'électricité qui est différente de celle qui correspond à l'état neutre. S'il en contient plus, on dit qu'il est électrisé par

*excès* ou *positivement* (+); s'il en contient moins, on dit qu'il est électrisé par *défaut* ou *négativement* (—).

La différence entre la quantité que le corps contient quand il est électrisé et celle qu'il contient à l'état neutre s'appelle la *charge*: elle est *positive* ou *negative* suivant que le corps contient *plus* ou *moins* d'électricité qu'à l'état neutre.

819. — On reconnaît aisément que ces hypothèses expliquent immédiatement la plupart des phénomènes que nous avons indiqués, ce qui n'est pas étonnant, car elles ont été choisies de manière à satisfaire précisément à cette condition.

L'électrisation par le frottement correspond à une modification de répartition de l'électricité: l'un des corps perd de l'électricité qui se répand sur l'autre corps, ils cessent donc tous deux d'être à l'état neutre, le premier est électrisé négativement, le second positivement. Deux corps électrisés par le frottement mutuel doivent toujours être électrisés contrairement.

L'électrisation par contact s'explique aussi aisément; si le corps est électrisé positivement, il cède une partie de son électricité à l'autre corps qui est alors électrisé positivement. Si le corps électrisé est négatif, c'est le corps neutre qui cède une partie d'électricité et devient alors électrisé négativement.

Le déplacement plus ou moins facile de l'électricité dans les corps rend compte de la différence entre les bons et les mauvais conducteurs.

Les mouvements des corps sous l'influence de l'électricité correspondent à l'entraînement des corps par les molécules électriques soumises à des forces.

820. — Nous ne donnerons pas maintenant l'explication de l'attraction des corps légers, qui est, non un phénomène simple, primordial, mais le résultat d'une action complexe que nous étudierons plus loin. Mais il est important de montrer que l'hypothèse admise rend compte des phénomènes de l'attraction et de la répulsion réciproques des corps électrisés.

Cette explication est analogue à celle que nous avons indiquée pour le magnétisme et le diamagnétisme, c'est-à-dire qu'elle fait intervenir l'action du milieu ambiant. Soit un corps électrisé A de petites dimensions (pour n'avoir pas à tenir compte des phénomènes d'influence dont nous parlerons plus loin) soumis à l'action d'un corps électrisé B; comme pour le magnétisme, comme pour le principe d'Archimède, nous pouvons dire que l'électricité du corps A est soumise à deux actions, une action émanant de l'électricité de B et une *poussée*, pour employer une expression connue, poussée émanant de l'électricité du milieu ambiant, poussée qui, opposée à l'action directe de A, aurait pour valeur l'action de l'électricité de B sur l'électricité qui existerait dans le milieu à la place de A si A n'y était pas: c'est l'application à l'électricité de ce que nous avons

rappelé pour l'action de la pesanteur sur les corps plongés dans les liquides (LXII).

Considérons un corps électrisé A (fig. 395) contenant une quantité E d'électricité, différente de celle qui correspond à l'état neutre : s'il est isolé dans l'espace, il ne subira aucune action, par raison de symétrie, parce que la répartition de l'électricité est uniforme dans l'espace. Mais cette symétrie sera troublée et une action prendra naissance si dans le voisinage de A on place un corps B, contenant une quantité E' d'électricité différente de celle de e' qui correspondrait à l'état neutre : il est évident que les actions des divers points de l'espace continueront à se détruire

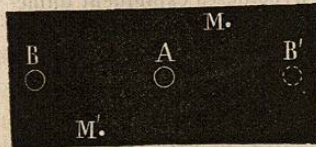


Fig. 395.

deux à deux, comme par exemple celles de M et de M' qui sont égales et à égales distances, excepté pour la partie B' de l'espace, symétrique de B par rapport à A, de telle sorte que l'action subie par A est, en somme, seulement la résultante des actions exercées par B et par B'.

Supposons que B soit électrisé positivement, que l'on ait, par exemple,  $E' = e' + \epsilon'$ ; nous pouvons, par la pensée, diviser en deux l'action de la quantité E' d'électricité, savoir l'action de e' et l'action de  $\epsilon'$ . Mais l'action de e' est égale à l'action de la même quantité qui existe en B' et qui, agissant de l'autre côté de A, en sens contraire, par conséquent, annule son effet. Il ne reste donc à considérer que l'action exercée par la quantité  $\epsilon'$  d'électricité sur le corps A, action qui, nous le rappelons, est mesurée par la différence entre l'action directe exercée par  $\epsilon'$  sur l'électricité E de A et la poussée, égale à l'action de  $\epsilon'$  sur l'électricité e qui existerait dans l'espace occupé par A si ce corps n'y était pas : l'action sera dans le sens de la plus grande force. Si A est chargé positivement, on a  $E > e$  et l'action directe l'emporte sur la poussée, la résultante est donc dans le sens de l'action de l'électricité  $\epsilon'$  sur E, c'est-à-dire que le corps A est repoussé par C, qui comme A est électrisé positivement. Si, au contraire, A est électrisé négativement, on a  $E < e$  et la poussée est plus grande que l'action directe; la résultante sera donc de sens opposé à cette dernière; celle-ci correspond à une répulsion, donc le corps A subira une action correspondante à une attraction; c'est le cas où A et B sont électrisés contrairement.

Si B était électrisé négativement, on aurait  $E' = e' - \epsilon'$ ; nous pouvons diviser l'électricité e' contenue en B' en deux parties : l'une égale à  $e' - \epsilon'$ , l'autre à  $\epsilon'$ . La première annulera l'action de B, comme précédemment. Il ne restera donc à considérer que les actions que A subit de la part de la quantité d'électricité  $\epsilon'$  d'électricité de B'. Les raisonnements seraient les mêmes que dans le cas précédent, mais les résultats seront inverses, car la quantité  $\epsilon'$  d'électricité qui agit est cette fois

placée de l'autre côté. Il y aura donc attraction de A vers B si l'on a  $E > e$ , c'est-à-dire si A est chargé positivement, c'est-à-dire contrairement à B; il y aura répulsion de A par B, si l'on a  $E < e$ , c'est-à-dire si A est chargé négativement, c'est-à-dire semblablement à B.

Ainsi les hypothèses que nous avons faites donnent bien l'explication des attractions et des répulsions qui se manifestent entre les corps électrisés.

Il importe de remarquer que finalement l'action de B ne dépend que de  $\epsilon'$ ; que de même, elle ne dépend que de la différence entre la quantité d'électricité contenue dans A et celle qui y existerait à l'état neutre; des deux côtés ce n'est donc pas la quantité d'électricité qui existe sur le corps qui intervient, mais seulement ce que nous avons appelé la charge. C'est de cet élément seulement que nous nous occuperons dans tout ce qui suivra.

821. — Nous pouvons donc admettre les hypothèses diverses que nous avons faites, sauf à nous assurer qu'elles rendent compte également des autres phénomènes que nous observerons par la suite.

L'expérience nous a conduit à considérer deux sortes d'électrisation, résineuse et vitrée; l'hypothèse conduit à considérer des corps chargés positivement et d'autres chargés négativement, ces deux conditions correspondant aux deux modes d'électrisation : il faut les identifier complètement. Rien ne permet d'assimiler la charge positive, par exemple, à une des électrisations, d'une manière certaine. Par convention, on identifie la charge positive avec l'électrisation vitreuse et, par suite, la charge négative avec l'électrisation résineuse.

822. **Mesure des forces électriques. Potentiel.** — Il est nécessaire de mesurer la grandeur des attractions ou des répulsions qui existent entre des corps électrisés : des dispositions spéciales doivent être prises, car il arrive souvent que les forces en jeu sont très petites.

Pour la comparaison, sinon pour la mesure absolue, Coulomb a employé la *balance de torsion* : cet appareil est formé essentiellement d'une aiguille en résine, fine et longue, terminée à une extrémité par une petite sphère métallique A (fig. 396) ou par un disque de clinquant; cette aiguille est suspendue à l'extrémité inférieure d'un fil élastique assez long et de très petit diamètre, dont l'extrémité supérieure est fixée à un tambour T qui tourne au sommet d'un tube dans lequel passe le fil; une division faite sur le tambour permet de mesurer les angles dont tourne le fil à sa partie supérieure.

Le tube dans lequel passe le fil repose sur le fond supérieur d'une cage en verre cylindrique généralement et portant à la hauteur de l'aiguille une échelle divisée à l'aide de laquelle on apprécie la rotation de celle-ci. A travers le fond supérieur passe une tige métallique terminée inférieurement par une boule métallique B. Lorsque les boules A et B

sont électrisées, il s'exerce entre elles des attractions ou des répulsions qui tendent à provoquer des mouvements de A auxquels on peut s'opposer par une torsion convenable du fil, torsion qui peut être évaluée par la lecture des déplacements de la partie supérieure et de la partie inférieure

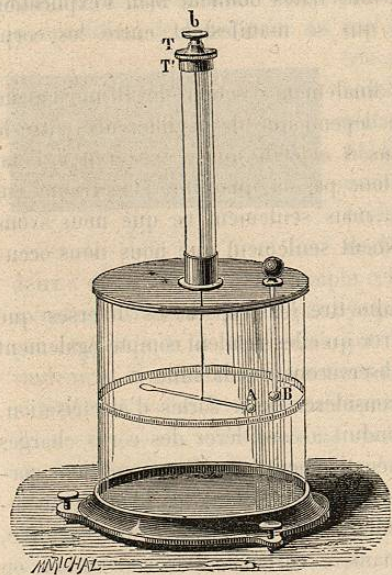


Fig. 396.

823. — Considérons un corps M électrisé porté par un pied isolant et mettons-le en communication par un fil métallique d'une assez grande longueur (pour éviter les effets d'influence dont nous parlerons plus loin) avec la boule métallique B de la balance de torsion, la boule A étant maintenue à une électrisation constante. On observera une déviation de l'aiguille, déviation qui caractérise la force qui prend naissance, et dépend de l'état électrique de B.

L'expérience montre que quel que soit le point de M que l'on mette en relation avec la boule B par le fil métallique, la déviation de A est la même, que la force qui a pris naissance est la même, que l'état de la boule B n'a pas changé par conséquent. L'un de ces éléments, la force développée, par exemple, peut donc servir à caractériser l'état électrique du corps M pris dans son ensemble.

Si nous répétons l'expérience avec un autre corps électrisé M', on pourra de même mesurer la force qui a pris naissance et qui peut servir à caractériser l'état électrique de ce corps M'; si cette force a la même valeur que dans le cas précédent, on dit que les corps M et M' sont au même potentiel; si, dans les deux expériences, les forces ont des valeurs

du fil. Comme nous avons dit (13) que l'angle de torsion est proportionnel au couple qui agit et que, dans ce cas, le couple est proportionnel à la force, parce que le bras de levier est invariable, les forces mises en jeu sont proportionnelles aux torsions observées.

Nous ne pouvons entrer dans le détail des expériences à exécuter, d'autant que cet appareil n'est pas utilisé dans la pratique et nous nous bornerons à dire que, en variant les conditions, Coulomb est parvenu à démontrer la loi suivante :

*Les forces, attractives ou répulsives, qui existent entre deux corps électrisés donnés varient en raison inverse du carré de la distance.*

différentes, on dit qu'ils ne sont pas au même potentiel, qu'ils sont à des potentiels différents, et le corps pour lequel la force est la plus grande est dit avoir le potentiel le plus élevé.

Il a été fait choix d'une unité de potentiel, mais nous ne nous y arrêtons pas maintenant : la question sera étudiée ultérieurement.

824. **Electromètre.** — Nous pouvons concevoir une balance de Coulomb qui comprendrait deux boules B et B' analogues à B, entre lesquelles serait placée à égale distance la boule A préalablement électrisée. Mettons B et B' en communication respectivement avec deux corps électrisés M et M' par l'intermédiaire de longs fils métalliques; si M et M' sont au même potentiel les forces émanées de B et B' seront égales et la boule A restera en équilibre. Il n'en sera plus ainsi si les corps M et M' ne sont pas au même potentiel, et la boule A se déplacera, car les forces qu'elle subit de la part de B et de B' ne sont pas égales : elle prendra alors une position d'équilibre différente de la position médiane qu'elle occupait d'abord. Cette position dépend de la différence de potentiel qui existe entre les corps M et M' et permet de déterminer, de calculer cette différence, sans qu'il soit nécessaire de calculer les forces mises en jeu.

Un appareil de ce genre qui sert à mesurer les différences de potentiel est appelé un *électromètre*. L'électromètre à quadrant de sir William Thompson que nous décrirons ultérieurement est basé sur le principe que nous venons d'indiquer, mais il est beaucoup plus sensible que ne pourrait l'être la balance de Coulomb à deux boules.

Un électromètre ne donne que la différence de potentiel existant entre deux corps : on a décidé, conventionnellement, que le potentiel de la terre serait toujours pris comme terme de comparaison, que son potentiel serait pris égal à zéro. Les corps électrisés ont un potentiel, positif ou négatif, d'autant plus grand que sa différence avec celui de la terre est plus considérable.

On détermine donc ce qu'on appelle le potentiel d'un corps en le reliant par exemple à la boule B de l'appareil précédent et mettant la boule B' en communication avec le sol; les indications fournies par l'appareil donnent la différence entre les potentiels du corps et du sol, c'est-à-dire le potentiel du corps.

825. **Sources diverses d'électrisation.** — Lorsqu'on frotte l'un contre l'autre deux corps, qui étaient d'abord à l'état neutre et qui s'électrisent, on crée par un mécanisme inconnu une différence de potentiel entre les deux corps, différence de potentiel qui correspond à une répartition nouvelle de l'électricité.

Mais le frottement n'est pas la seule cause qui produise une différence de potentiel et le même résultat peut s'observer dans d'autres circonstances parmi lesquelles nous citerons seulement les suivantes :

Plongeons dans un vase de verre contenant de l'eau acidulée d'acide sulfurique une lame de zinc et une lame de platine; immédiatement, il se manifeste une différence de potentiel, le platine étant positif et le zinc négatif.

Prenons deux barreaux, l'un de bismuth et l'autre d'antimoine, soudés ensemble à une extrémité et chauffons la soudure. Les extrémités libres de ces barreaux étant mises en rapport avec un électromètre, on reconnaît qu'il existe entre elles une différence de potentiel, le bismuth étant positif et l'antimoine négatif.

826. — Il existe d'autres conditions produisant le même résultat, et nous aurons à les signaler; nous voulions seulement montrer que la différence de potentiel peut être produite par des causes diverses. En effet, dans le cas de l'électricité produite par frottement, il a fallu développer du travail mécanique pour entretenir le mouvement, c'est le travail ainsi dépensé qui est la cause de la production d'une différence de potentiel. Dans le cas des métaux, la production de la différence de potentiel est due à l'action chimique exercée par l'acide sulfurique sur le zinc, comme nous le démontrerons. Enfin, dans le dernier exemple, cette production est due à l'action de la chaleur.

On a trouvé commode de supposer que, dans tous les cas, la production de la différence de potentiel était due à une cause unique à laquelle on a donné le nom de *force électromotrice*, FEM, dont on n'a connaissance que par cette production même, de telle sorte que cette FEM est évaluée, mesurée seulement par la différence de potentiel à laquelle elle a donné naissance.

Il va sans dire que l'introduction de la FEM ne modifie pas, ne simplifie pas le phénomène, au fond, et qu'il y a à rechercher les conditions dans lesquelles une action quelconque peut produire une FEM, ce qui est la même chose que de rechercher quand et comment elle produit une différence de potentiel.

827. — Disons immédiatement que les corps électrisés par les derniers procédés que nous venons d'indiquer jouissent d'une propriété qui n'appartient pas aux corps qui ont été électrisés par frottement. Lorsqu'on ramène ces derniers à l'état neutre en les mettant en communication avec le sol, ils persistent à l'état neutre: si, au contraire, on met en communication avec le sol le zinc et le platine d'une part, le bismuth et l'antimoine d'autre part, on reconnaît que sitôt qu'on a rompu la communication avec le sol, la différence de potentiel est reproduite.

Cette différence s'explique très bien par le mode d'action spécial à chaque cas comme nous le dirons: elle n'en était pas moins importante à signaler dès à présent.

Jusqu'à une description plus détaillée, nous désignerons sous le nom

d'*électromoteurs* (produisant une FEM) les appareils qui produisent ou reproduisent instantanément une différence de potentiel comme le zinc et le platine plongés dans l'eau acidulée, ou le bismuth et l'antimoine chauffés à la surface de contact.

828. **Relations entre le potentiel, la charge, la capacité.** — Soit un corps électrisé, monté sur un pied isolant, et relié à un électromètre qui permet de déterminer son potentiel; touchons ce corps avec un autre corps isolé, non électrisé. Nous observerons immédiatement une variation du potentiel; mais en même temps, le second corps s'est électrisé par contact, il y a donc eu un changement de répartition de l'électricité et le corps relié à l'électromètre ne possède plus la même charge qu'au début: il y a donc une relation entre la charge et le potentiel pour un corps déterminé. Cette relation est facile à déterminer par l'expérience suivante:

Supposons que le premier corps qui est électrisé soit une sphère: touchons-la avec une sphère isolée de même rayon et de même nature que nous éloignerons ensuite: d'après l'hypothèse faite, la charge se répartit sur les deux corps et, nécessairement, se répartit également, à cause de l'identité des corps. Après séparation, la charge du premier corps est donc réduite à la moitié de ce qu'elle était précédemment et l'expérience montre que le potentiel est réduit de moitié. On peut donc dire en généralisant, que:

*Pour un même corps, les potentiels sont proportionnels aux charges électriques que ce corps possède.*

Il résulte de là que l'électromètre permet de comparer les diverses charges que possède successivement un même corps, ou des corps identiques, puisqu'il y a proportionnalité.

Pour arriver à mesurer des charges électriques, des quantités d'électricité, il faut faire choix d'une unité. Cette unité est définie à l'aide de la force qui s'exerce à une distance déterminée entre deux corps de petites dimensions (pour éviter les effets d'influence) qui sont chargées de quantités égales d'électricité; la définition adoptée est la suivante:

L'unité de quantité d'électricité est la quantité qui agissant sur une égale quantité placée à 1 centimètre exerce une action mesurée par 1 dyne, unité de force C. G. S.

Cette unité n'a pas reçu de nom spécial.

Nous retrouverons ultérieurement la notion de quantité d'électricité.

829. — Considérons une sphère métallique A portée par un manche isolant et que nous électriserons d'une façon quelconque; la mesure du potentiel fait connaître la charge de cette sphère: mettons cette sphère en contact avec un corps isolé B quelconque qui s'électrisera. Nous pourrions déterminer le potentiel de A après la séparation, et la différence des valeurs obtenues fera connaître la charge  $q$  communiquée à B; mesurons le potentiel  $V$  de ce corps. Re commençons l'expérience en donnant à A