

**PRÉCIS**  
**DES LEÇONS**  
**SUR**  
**LE CALORIQUE ET L'ÉLECTRICITÉ.**



PRÉCIS  
DES LEÇONS

SUR

LE CALORIQUE ET L'ÉLECTRICITÉ,

IMPRIMÉ

Aux frais et pour l'usage de l'École de  
Sciences et de Belles-Lettres.

---

*M. Daudet*

A PARIS,

A L'ÉCOLE DE SCIENCES ET DE BELLES-LETTRES.

RUE DE SÈVE.

AN XIII (1805.)



# AVERTISSEMENT.

---

L'ÉCRIT qu'on va lire n'est, à proprement parler, que le texte des leçons qui ont été données aux élèves de l'École de Sciences et de Belles-Lettres (1), sur le Calorique et l'Électricité: il est destiné à leur rappeler les idées fondamentales et les notions essentielles qui constituent ces deux parties de la physique générale. Voilà pourquoi on s'est borné à y exposer simplement les faits principaux, sans même faire mention d'un grand nombre d'expériences qui ne sont que des conséquences plus ou moins immédiates de la

(1) Cette École est située rue de Sève, n° 106, au coin du boulevard neuf; MM. THUROT, POISSON, HACHETTE et NEVEU (dont les trois derniers sont Professeurs à l'École Polytechnique), y professent les Belles-Lettres, les Mathématiques, la Géométrie descriptive et la Physique, le Dessin de la figure et du paysage. M. THUROT est chargé, par ses collaborateurs, de la direction des études et de la conduite des élèves, et M. L. GAYVERNON, membre de l'association, a été chargé par elle de l'administration de l'établissement. Le directeur et l'administrateur demeurent à l'École même.

théorie à laquelle ces faits ont donné naissance : voilà pourquoi on n'a pas cru nécessaire de joindre à ce précis les figures des instruments dont on y donne la description, parce que ces expériences ont été faites sous les yeux des élèves auxquels il est spécialement consacré, et parce qu'ils ont vu et peuvent voir tous les jours ces instruments.

Quelques personnes pensent que ce qu'on appelle ÉLÉMENTS D'UNE SCIENCE ne devrait être que l'ensemble des idées ou des notions qui restent dans l'esprit d'un homme qui sait cette science, présentées toutefois dans l'ordre le plus naturel, c'est-à-dire, suivant lequel elles s'enchaînent le mieux, et se déduisent le plus facilement les unes des autres. C'est sous ce point de vue et dans cet esprit qu'on a tâché de présenter ici la théorie du calorique et de l'électricité.

En général, cette méthode peut avoir un double avantage dans l'enseignement; elle peut perfectionner tout à la fois le

professeur et l'élève. Celui-ci, ayant sous les yeux le texte de la leçon qu'il doit entendre, se familiarise d'avance avec le langage de la science et avec celui du maître qui la lui enseigne; il a occasion de réfléchir sur les difficultés qu'elle présente, et le maître peut le prendre plus précisément au point où il s'est arrêté, pour le faire pénétrer plus avant.

D'un autre côté, c'est pour le professeur une occasion de soumettre l'ensemble de ses idées au jugement des personnes éclairées, des savants avec lesquels il est en relation; et il peut mettre leurs avis à profit. Un écrit peu volumineux, tiré à un très - petit nombre d'exemplaires, n'occasionne pas des frais considérables, et l'on est à même de profiter dans une seconde édition, des observations auxquelles le premier travail a donné lieu, ou d'y faire entrer les idées nouvelles dont la science a pu s'enrichir.

Tels sont les motifs qui ont déterminé la société des professeurs de l'École de

Sciences et de Belles-Lettres, à faire imprimer ce PRÉCIS DES LEÇONS SUR LE CALORIQUE ET L'ÉLECTRICITÉ. Il sera probablement suivi d'autres écrits du même genre, sur les différentes parties essentielles de l'enseignement propre à cet établissement.

# PRÉCIS DES LEÇONS

SUR

LE CALORIQUE ET L'ÉLECTRICITÉ,

A L'USAGE

De l'École des Sciences et Belles-Lettres.



DU CALORIQUE.

Tous les phisiciens ne sont pas d'accord sur la cause des phénomènes de la chaleur ; quelques-uns la regardent comme une modification particulière des corps ; mais on peut ordonner tous les phénomènes entre-eux, et en rendre raison d'une manière satisfaisante, en les regardant comme produits par l'action d'une matière particulière à laquelle on a donné le nom de *calorique*.

*Définition.*

Le calorique est un fluide imperméable, extrêmement élastique et si rare, que sa pesanteur n'est manifestée par aucun phénomène.

*Propriétés.*

Les propriétés générales du calorique, par rapport aux autres corps, sont,

D'être attiré par les molécules de tous les corps de la nature, à des distances insensibles, avec des forces qui décroissent à mesure que la distance augmente, et dont l'intensité, la loi et le rayon d'activité, variables pour chaque corps en particulier, ne sont pas encore mesurés ;

D'agir sur les molécules des corps, conformément aux lois générales de la nature, c'est-à-dire, en raison de sa propre masse, et par conséquent, de la compression qu'il éprouve.

Les propriétés générales des corps, par rapport au calorique, sont d'être composés de molécules qui s'attirent toutes, les unes les autres, à des distances insensibles, avec des forces qui décroissent à mesure que la distance augmente, et dont la loi, l'intensité et le rayon d'activité, variables pour chaque corps en particulier, ne sont pas encore mesurés ;

D'être composés de molécules qui ne se touchent pas, ce qui est démontré par la faculté qu'ont tous les corps de diminuer de volume en se refroidissant.

Ces molécules sont séparées par des couches de calorique, dont la compression est occasionnée, 1<sup>o</sup> par leur tendance vers la molécule, à laquelle elles adhèrent; 2<sup>o</sup> par la pression des couches plus

éloignées qu'elles de la molécule; 3<sup>o</sup> par la force avec laquelle les molécules voisines s'attirent; 4<sup>o</sup> par les pressions extérieures, quand le corps est flexible; la compression des couches de calorique est par conséquent variable, et décroît à mesure que ces couches sont plus éloignées de la molécule à laquelle elles adhèrent.

*De l'introduction du Calorique dans les corps, et de sa sortie.*

Le calorique est perpétuellement sollicité dans les corps, par l'action de deux sortes de forces: les unes favorisent son intronmission dans les corps, et les autres s'y opposent.

Les forces qui favorisent l'intronmission du calorique dans les corps, sont: la compression que le calorique extérieur au corps a la liberté d'exercer sur le calorique intérieur et la tendance du calorique pour les molécules propres du corps.

La compression du calorique extérieur sur le calorique intérieur est exprimée par le mot *température* et se mesure.

Si, après l'équilibre, cette compression vient à  $\left\{ \begin{array}{l} \text{croître} \\ \text{décroître} \end{array} \right\}$ , le calorique doit  $\left\{ \begin{array}{l} \text{s'introduire dans le} \\ \text{sortir du} \end{array} \right\}$  corps, jusqu'à ce que son ressort  $\left\{ \begin{array}{l} \text{augmenté} \\ \text{diminué} \end{array} \right\}$  par là, fasse équilibre de nouveau, et en vertu de ces variations, le volume du corps ne peut en subir aucune, de même que le volume d'une éponge sèche n'est point altéré par le changement de

densité de l'air extérieur. Enfin les quantités de calorique  $\left\{ \begin{array}{l} \text{acquises} \\ \text{perdus} \end{array} \right\}$  par les changements, et qui, pour le même corps, seraient comme les variations de la température, si l'on pouvait les mesurer par des effets qui leur fussent proportionnels, constituent ce que les phisiciens modernes appellent *calorique sensible*.

Si, après l'équilibre, par la tendance du calorique pour les molécules propres du corps, la température vient à  $\left\{ \begin{array}{l} \text{croître} \\ \text{décroître} \end{array} \right\}$ , la densité du calorique extérieur en contact avec la surface du corps  $\left\{ \begin{array}{l} \text{croît;} \\ \text{décroit;} \end{array} \right\}$  ce fluide exerce sur les molécules du corps une action  $\left\{ \begin{array}{l} \text{plus grande} \\ \text{moindre} \end{array} \right\}$ , en vertu de laquelle, il  $\left\{ \begin{array}{l} \text{s'introduit dans} \\ \text{sort de} \end{array} \right\}$  l'intérieur du corps, en  $\left\{ \begin{array}{l} \text{surmontant les} \\ \text{cédant aux} \end{array} \right\}$  obstacles qui lui faisaient équilibre, et en  $\left\{ \begin{array}{l} \text{forçant les} \\ \text{laissant la liberté aux} \end{array} \right\}$  molécules de  $\left\{ \begin{array}{l} \text{s'écarter d'avantage} \\ \text{de se rapprocher} \end{array} \right\}$ , ce qui  $\left\{ \begin{array}{l} \text{augmente} \\ \text{diminue} \end{array} \right\}$  le volume du corps, et peut aller jusqu'à changer son état de  $\left\{ \begin{array}{l} \text{solide} \\ \text{fluide élastique} \end{array} \right\}$  en liquide, et de liquide en  $\left\{ \begin{array}{l} \text{fluide élastique} \\ \text{solide} \end{array} \right\}$ , C'est ainsi que l'eau en pénétrant dans les pores d'une éponge, des bois secs et de quelques autres corps, augmente leur volume.

Cette quantité de calorique qui, n'étant pas destinée à faire équilibre à la température exté-

rière, n'est pas libre de se manifester par une action sur le thermomètre, est ce qu'on appelle *calorique latent*.

La somme des *caloriques latent et sensible*, que renferme un corps, s'appelle *calorique absolu*; il n'y a aucune molécule de calorique absolu qui ne remplisse à-la-fois les deux fonctions de caloriques latent et sensible dont elle est composée.

Les accroissements de calorique absolu, nécessaires pour exciter des élévations égales de température dans les différents corps, à masses égales, constituent leur *calorique spécifique*.

Les forces qui s'opposent à l'intromission du calorique dans les corps, sont : l'adhérence des molécules propres du corps et les pressions extérieures.

C'est l'adhérence des molécules propres du corps que doit principalement vaincre la partie du calorique qui forme le *calorique latent*, et parce qu'elle décroît à mesure que la distance des molécules augmente, ou que le corps se dilate, il s'ensuit que la même quantité de *calorique latent* dilate les corps d'autant plus qu'ils sont déjà plus dilatés. Ceci est peu sensible à la vérité pour les solides et les fluides élastiques, parce que nous ne pouvons les observer que dans une partie très-petite de l'échelle des températures dont ils sont susceptibles, mais cela est vérifié pour les liquides dont les dilatations ne sont pas proportionnelles aux accroissements de température, et qui ne sont pas propres à former des ther-

inometres suffisamment exacts, à moins que, comme le mercure, ils ne soient pris dans un état fort éloigné de leurs congelations et de leurs ébullitions (1).

Si, après l'équilibre, l'adhérence des molécules du corps venait à  $\left\{ \begin{array}{l} \text{croître} \\ \text{décroître} \end{array} \right\}$ , le calorique  $\left\{ \begin{array}{l} \text{plus} \\ \text{moins} \end{array} \right\}$  comprimé dans l'intérieur  $\left\{ \begin{array}{l} \text{sortirait du} \\ \text{entrerait dans le} \end{array} \right\}$  corps, et  $\left\{ \begin{array}{l} \text{éleverait} \\ \text{abaisserait} \end{array} \right\}$  la température des corps circonvoisins. C'est pour cela que dans toutes les combinaisons où il y a du calorique dégagé, l'adhérence des molécules du composé est plus grande que celle des molécules du composant.

Lorsqu'en vertu de l'élévation suffisante de température, les molécules se sont écartées au point de n'agir plus les unes sur les autres, elles ne sont retenues en contact que par des pressions extérieures, telles que celle de l'atmosphère, elles sont facilement mobiles les unes par rapport aux autres, et le corps devient *liquide*.

Ainsi c'est au poids de l'atmosphère que nous

(1) Les points fixes de l'échelle thermométrique correspondent aux températures de la glace fondante et de l'eau bouillante, sous une pression constante d'atmosphère, par exemple, 28 pouces. Les nombres par lesquels on désigne ces points sont arbitraires. Sur l'échelle *Centigrade* ils sont marqués 0 et 100, sur l'échelle de Réaumur 0 et 80, et sur celle de Fahrenheit 32 et 212. La portion de l'échelle comprise entre les deux points fixes, étant divisée en autant de parties égales qu'il y a d'unités dans la différence des deux nombres correspondants à ces points, chaque partie est un *degré* du thermometre.

sommes redevables de l'état liquide des corps ; et sans cette pression , ils n'auraient d'autre état habituel que celui de solide et de fluide élastique.

Un corps peut passer de l'état solide à celui de liquide par l'action du calorique seul , ou d'un liquide préexistant.

Le passage de l'état solide à celui de liquide par l'action du calorique seul , qui pour chaque corps en particulier se fait à la même température , emploie , sous forme de *calorique latent* , une quantité de *calorique* très-grande pour tous les corps , et variable pour chacun d'eux. Par exemple , le calorique nécessaire à la fusion d'une livre de glace à zéro du thermometre R. , élèverait cette livre de glace fondue de la température  $0^{\circ}$  à celle de  $60^{\circ}$ . Cette propriété fournit un moyen commode d'estimer les quantités de calorique nécessaires aux corps pour le passage d'une température donnée à une autre température aussi donnée , car il suffit de mesurer les quantités de glace qu'ils sont capables de fondre dans ce passage ; c'est sur cette propriété qu'est fondée la construction du *calorimetre* (1).

(1) *De la température du mélange de deux substances homogenes.*

On donne le poids et la température de chacune des deux substances , et on demande la température de leur mélange ?

( On suppose que les degrés égaux de l'échelle thermométrique correspondent à des accroissements égaux de chaleur ).

Voici d'abord la regle pour résoudre cette question.

*Faites le produit du poids de chaque substance par sa tem-*

Le passage d'un corps de l'état solide à celui de liquide, par l'action d'un liquide préexistant, absorbe aussi du calorique sous forme de calorique

*pérature; ajoutez ensemble les deux produits; divisez cette somme par celle des poids; le quotient sera la température demandée.*

*Démonstration de cette règle.*

Prenons pour exemple, le mélange de trois livres d'eau à  $80^{\circ}$  et de quatre livres à  $10^{\circ}$ ; soit  $q$  la quantité de calorique nécessaire pour élever d'un degré la température d'une livre d'eau,  $q \times 3 \times 80$  sera la quantité de calorique nécessaire pour élever de  $80^{\circ}$  la température de trois livres d'eau; par la même raison,  $q \times 4 \times 10$  sera la quantité de calorique nécessaire pour élever de  $10^{\circ}$  la température de quatre livres d'eau; or, le mélange doit sa température à ces deux quantités de calorique; mais le poids du mélange étant 7 et sa température  $x$ ,  $q \times 7 \times x$  est la quantité de calorique nécessaire pour élever de  $x^{\circ}$ , 7 livres d'eau, donc on aura :

$$q \times 3 \times 80 + q \times 4 \times 10 = q \times 7 \times x$$

et par conséquent  $x = \frac{3 \times 80^{\circ} + 4 \times 10^{\circ}}{7} = 40^{\circ}$ .

*Du rapport des caloriques spécifiques de deux substances non homogènes, déduit de la température de leur mélange.*

On donne le poids et la température de chacune des deux substances, la température de leur mélange, et on demande le rapport de leurs caloriques spécifiques?

(On suppose encore que les degrés égaux de l'échelle thermométrique correspondent à des accroissements égaux de chaleur, et de plus, que les substances dans leur mélange n'exercent entre elles aucune action chimique).

*Règle pour résoudre cette question.*

(Désignons par S la substance qui, dans le mélange se refroidit, et par S' celle dont la température augmente.)

Multipliez le poids de S par la différence de sa température

latent, mais en quantité beaucoup moindre, et la température des corps environnants qui fournissent ce calorique, est abaissée d'une quantité qui est constante pour les mêmes corps; c'est pour cela que la dissolution des sels dans l'eau produit du refroidissement (1).

avant le mélange à celle du mélange; ensuite multipliez le poids de  $S'$  par la différence de la température du mélange à celle de  $S'$  avant le mélange, le rapport des deux produits est égal au rapport demandé.

*Démonstration de la règle.*

Soit  $q$  le calorique spécifique de la substance refroidie,  $p$  son poids,  $t$  sa température,  $m$  celle du mélange, l'expression du calorique perdu dans le mélange sera :

$$q \times p \times (t - m)$$

$q'$  étant le calorique spécifique de la substance échauffée,  $p'$  son poids,  $t'$  sa température, l'expression du calorique gagné dans le mélange est  $q' \times p' \times (m - t')$ ; or, les quantités de calorique perdu et gagné sont égales, donc on aura :  $p q (t - m) = p' q' (m - t')$  d'où l'on tire :  $\frac{q'}{q} = \frac{p (t - m)}{p' (m - t')}$ . Voyez Statique Chimique, page 142.

Dans la démonstration de cette règle et de la précédente, on ne tient pas compte de la perte de calorique pendant le mélange des deux substances, d'où il suit que les formules trouvées ne sont exactes qu'en prenant pour  $t$  et  $t'$  les températures des substances mélangées, au moment où l'on observe la température du mélange.

(1) Un mélange de muriate de soude cristallisé (sel marin) et de neige, dans les proportions de 1 à 3 en poids, donne un froid de  $-17^{\circ}$  R.; le mélange de muriate de chaux cristallisé et de neige dans les proportions de 4 à 3, produit un froid artificiel de  $-39^{\circ}$ ; c'est par ce mélange qu'on solidifie le mercure.

Un corps peut retourner de l'état liquide à l'état solide, 1<sup>o</sup> par la retraite seule du calorique, et cette opération à laquelle on pourrait donner le nom général de *congelation*, se fait toujours pour le même corps à la même température.

2<sup>o</sup> Par l'action d'un solide qui le ramene à cet état. Dans ce cas, le calorique qui sous forme de calorique latent, le constitue liquide, se trouve abandonné, et en se portant sur les corps environnants, il élève leur température, comme on l'observe dans l'extinction de la chaux vive, des alkalis et des sels neutres calcinés, opérée par l'eau, et dans celle de la baryte, opérée par un acide.

3<sup>o</sup> Par l'action d'un autre liquide, et alors il y a encore du calorique dégagé comme dans le mélange des acides et des alkalis concentrés qui forment sur le champ des sels neutres cristallisés.

Les pressions extérieures forment les deuxièmes forces qui s'opposent à l'intromission du calorique dans les corps.

Les pressions extérieures n'ont d'effet sensible sur le calorique contenu dans les corps, que quand ceux-ci sont assez flexibles pour changer de volume en cédant à leur action.

Si, après l'équilibre, les compressions viennent à  $\left\{ \begin{array}{l} \text{croître} \\ \text{décroître} \end{array} \right\}$ , le calorique  $\left\{ \begin{array}{l} \text{plus} \\ \text{moins} \end{array} \right\}$  comprimé dans l'intérieur qu'il ne l'était dans l'état de l'équi-

libre, { sort du corps et élève  
en admet qui abaisse } la température des corps circonvoisins, de même qu'en comprimant une éponge humide, on en exprime le liquide dont elle était imprégnée, et qui mouille ensuite les corps qu'il touche. C'est la cause, de l'élévation de température, occasionnée par l'aceroissement des métaux sous le marteau qui les frappe, sous le balancier qui les comprime et dans les filieres qui les pressent, de celle enfin qui a lieu dans les frottements et qui croît avec les pressions. C'est aussi la cause de l'élévation de température qui se manifeste lorsqu'on comprime l'air sous un récipient, et de son abaissement, lorsqu'on dilate cet air.

Lorsqu'en vertu de l'élévation de température, le calorique s'introduit entre les molécules d'un liquide, il les écarte en surmontant une partie des pressions extérieures qui, seules, s'opposaient à cette intromission, et lorsque par les progrès de la température les pressions sont entièrement vaincues, les molécules du liquide, absolument libres, se dissolvent dans le calorique et constituent un *fluide élastique*.

Un corps peut passer de l'état liquide à celui de fluide élastique par l'action du calorique seul, par une diminution suffisante dans les pressions extérieures et par l'action d'un fluide élastique préexistant.

Le passage d'un corps de l'état liquide à celui

de fluide élastique par l'action du calorique seul, se nomme *vaporisation*. Cette opération se fait toujours à la même température pour le même liquide et sous la même pression. Elle emploie sous forme de calorique latent une quantité de calorique très-grande en général, et variable pour chaque liquide : par exemple, le calorique nécessaire à la vaporisation d'une livre d'eau à 80° R. élèverait 7 livres  $\frac{1}{2}$  d'eau de 0° à 60°, ou serait capable de fondre 7 livres  $\frac{1}{2}$  de glace à zéro. Enfin elle augmente considérablement le volume du corps qui, dans le cas de l'eau, devient environ 1728 fois plus grand.

Lorsque le passage d'un corps de l'état liquide à celui de fluide élastique se fait par une diminution suffisante dans les pressions extérieures, alors la quantité de calorique nécessaire à l'état élastique, quoique moindre que dans le cas précédent, est encore très-grande; elle est fournie par les corps circonvoisins qui éprouvent un refroidissement proportionné aux circonstances : c'est ainsi que l'eau froide se vaporise dans le vide et se refroidit.

Si le passage d'un corps de l'état liquide à celui de fluide élastique se fait par l'action d'un fluide préexistant, alors il absorbe encore sous forme de calorique latent, mais en quantité beaucoup moindre, du calorique que les corps circonvoisins lui fournissent en baissant de température.

C'est ainsi que le mercure, l'eau, les esprits

ardents, les huiles essentielles, etc., se dissolvent dans l'air atmosphérique dont ils augmentent le volume, et qu'ils éprouvent un refroidissement proportionné à la quantité et à la rapidité de cette espèce particulière de dissolution qui se nomme *évaporation*.

Les circonstances favorables à l'évaporation sont une température plus haute dans le liquide à dissoudre, ou une densité plus grande dans le fluide élastique dissolvant, parce qu'alors les deux corps sont plus voisins de l'état qu'ils vont prendre.

Un corps peut retourner de l'état de fluide élastique à l'état liquide par la retraite seule du calorique, par une augmentation suffisante dans les pressions, par la cessation de circonstances favorables à la dissolution dans un autre fluide, telles qu'une température élevée, une grande densité, et par l'action d'un liquide.

L'opération par laquelle un corps retourne de l'état de fluide élastique à celui de liquide, par la retraite seule du calorique, se nomme *condensation*. Elle se fait toujours à la même température pour chaque substance en particulier, sous les mêmes pressions extérieures.

Lorsqu'un corps retourne de l'état de fluide élastique à celui de liquide, par une augmentation suffisante dans les pressions, alors le calorique qui, sous forme de calorique latent, le constituait fluide élastique, est exprimé; en se portant sur les corps environnants, il élève leur température,

mais le liquide reproduit ne peut subsister sous cet état contraint, qu'autant de temps que dure l'augmentation de pression nécessaire à cet effet.

Par la diminution d'une température suffisante, l'eau dissoute dans l'air atmosphérique se précipite très-souvent, redevient liquide et mouille les corps qui refroidissent l'air.

Nous avons dit aussi que les corps pouvaient passer de l'état de fluide élastique à celui de liquide par la cessation des circonstances favorables à leur dissolution dans un autre liquide : c'est ainsi que l'eau dissoute dans l'air atmosphérique redevient liquide, trouble la transparence de l'air, et prend la forme de nuage, lorsque la pression de l'atmosphère diminuant, la densité de l'air, ainsi que sa température, deviennent moindres : ce retour à l'état liquide peut se nommer *précipitation*; il est accompagné de chaleur.

Les corps passent de l'état de fluide élastique à l'état liquide par l'action d'un liquide préexistant, comme le gaz ammoniac, les gaz acides sulfureux, etc.; ces gaz sont ramenés à l'état liquide par l'action de l'eau qui les absorbe : l'air atmosphérique même est absorbé par l'eau, mais en quantité beaucoup moindre. Les circonstances favorables à cette absorption sont, 1<sup>o</sup> une température plus basse; 2<sup>o</sup> une pression plus grande dans les fluides; pendant l'absorption il y a du calorique dégagé.

La fluidité élastique est le dernier état que le

calorique puisse faire prendre à un corps ; cependant il continue toujours d'agir sur lui , en le dilatant ou en augmentant son ressort.

Le calorique agit sur les corps en les dilatant , si les pressions extérieures peuvent céder à son action ; ce qui donne lieu de distinguer *les vapeurs naissantes* et *les vapeurs élevées*.

Les vapeurs naissantes sont celles qui n'ont que la température nécessaire à l'état de fluide élastique , et qui ne peuvent éprouver le plus léger refroidissement , ni la moindre augmentation de pression , sans retourner , du moins en partie , à l'état liquide.

Les vapeurs élevées sont celles dont la température est plus haute que celle des liquides en ébullition , dont elles proviennent : on peut les refroidir en les comprimant jusqu'à un certain point , sans leur faire perdre leur état. Les *gaz* ne sont que des vapeurs élevées ; ils sont compressibles , du moins dans l'état moyen , sensiblement en raison des poids comprimants.

Le calorique agit sur les corps en augmentant leur ressort , si le fluide est contenu dans des parois résistantes ; par les progrès de la température , il peut le mettre à même de vaincre ces obstacles pour se répandre dans un plus grand espace et produire une *explosion*. Ce phénomène est toujours accompagné de refroidissement.

Les fluides élastiques peuvent exercer des actions sur des corps solides ou sur d'autres fluides élastiques.

L'action des fluides élastiques sur les corps solides peut les faire retourner eux-mêmes à l'état solide ou les dissoudre.

Si les fluides élastiques retournent à l'état solide, alors ils diminuent de volume, et ils abandonnent du calorique : c'est ainsi que les gaz acides sont absorbés par les alkalis, et forment avec eux des sels neutres cristallisés, et que la plupart des métaux absorbent l'oxigene en le forçant d'abandonner le calorique qui le tenait sous la forme de gaz.

Si les fluides élastiques dissolvent les corps solides, alors leur volume et leur température sont altérés : par exemple, le gaz oxigene dissout le carbone pur, en excitant une grande chaleur et en diminuant de volume ; au contraire, l'air dissout la glace en se dilatant et produisant un refroidissement. L'air dissout aussi le soufre et une foule d'autres substances, principalement les corps odorants, mais en quantité très-petite ordinairement, et l'on ne connaît pas les circonstances de ces dissolutions.

Lorsque les fluides élastiques exercent leur action sur d'autres fluides élastiques, ils produisent des phénomènes accompagnés de chaleur sans lumière, et de chaleur avec lumière.

Cette action produit de la chaleur sans lumière, comme dans les combinaisons des gaz nitreux et oxigene, dont les volumes diminuent et qui forment un autre fluide élastique coloré, que l'on

nomme gaz nitreux, et comme dans la combinaison des gaz azote et hydrogene, qui forment le gaz ammoniac. Les fluides élastiques complexes, formés de cette maniere, peuvent ordinairement être décomposés par une augmentation de température, qui rend aux composants le calorique qu'ils avaient perdu pendant la combinaison.

L'action des fluides élastiques sur d'autres fluides élastiques, produit de la chaleur avec lumiere, comme dans la combinaison du gaz oxigene avec tous les gaz inflammables tels que le gaz hydrogene, les vapeurs de soufre, de phosphore, etc. *La flamme* est le spectacle de la combinaison du gaz oxigene avec un gaz inflammable, lorsqu'un des deux fluides est fourni par un jet continu dans un espace rempli de l'autre.

Les fluides élastiques résultants de ces combinaisons ne peuvent être décomposés que par l'intermede d'une substance dont l'action sur un des composants, soit plus grande que celle de l'autre.

---

L'équilibre entre les forces qui favorisent l'intromission du calorique dans les corps et celles qui s'y opposent, étant troublé, il se retablit avec une vitesse plus ou moins grande dans les différents corps qui se distinguent à cet égard en *non-conducteurs*, *semi-conducteurs*, et *conducteurs parfaits*.

Les corps non conducteurs de calorique sont ceux qui, mis en contact avec des corps plus

chauds, convertissent en	} calorique latent	{ tout
froids, ne perdent que le		} qui

le calorique qui se présente } à leur surface, et  
 est . . . . . }  
 { n'en admettent point dans . . } leur intérieur, tels  
 { ne fournissent point de calorique de }  
 sont { la glace } prête à se { fondre } et { l'eau bouillante } ;  
 { l'eau } { geler } { la vapeur naissante } ;  
 le calorique ne saurait { pénétrer dans } leur inté-  
 { sortir de . . . } rieur qui conserve longtems sa même tempéra-  
 ture ; la surface de { la glace l'emploie toute } pour  
 { l'eau en perd . . . . } devenir { liquide } et celle de { l'eau bouillante } pour  
 { la vapeur . . . } devenir { fluide élastique }  
 { liquide . . . . } .

Les corps semi-conducteurs sont ceux pour lesquels le calorique se partage en calorique sensible et en calorique latent ; ils sont d'autant plus conducteurs, toutes les choses d'ailleurs égales, que la portion de calorique sensible est plus grande. Telle est l'eau, et tels sont, à quelques différences près, tous les corps de la nature, parmi lesquels les corps vitreux et gras sont ceux qui sont les moins conducteurs.

Les corps conducteurs parfaits, s'il y en avait de ce genre, seraient ceux qui n'emploieraient le calorique que sous forme de calorique sensible, la température se distribuerait dans leur intérieur d'une manière très-rapide ; ceux qui en approchent le plus sont les métaux.

L'effet général du calorique est de s'opposer aux combinaisons nouvelles et de séparer les subs-

tances , lorsqu'elles sont déjà combinées : c'est ainsi qu'une simple élévation de température décompose le gaz ammoniac et le gaz nitreux ; cependant le calorique en diminuant l'adhérence des molécules solides , les dispose à entrer dans des combinaisons nouvelles , et il arrive quelquefois que par là , il favorise plus les combinaisons qu'il ne leur nuit par sa disposition générale ; c'est ainsi que l'élévation de température qui enlève une portion d'oxigène aux métaux très-oxigénés , favorise au contraire l'oxidation des métaux purs.

En récapitulant cette théorie , on voit que les fluides élastiques renferment , 1<sup>o</sup> tout le calorique qu'ils contenaient étant solides et dans le même état de compression où il était alors ; 2<sup>o</sup> celui qu'ils ont reçu pour devenir liquide , et dans l'état de compression moindre qui lui convenait ; 3<sup>o</sup> celui qu'ils ont reçu pour passer à l'état élastique et qui est encore moins comprimé. Lors donc qu'ils perdent ensuite l'état élastique autrement que par refroidissement , les différentes molécules du calorique s'échappent avec des vitesses proportionnelles aux compressions que chaque molécule éprouvait en particulier ; ainsi le calorique qui avait appartenu à l'état solide , contracte en quittant la combinaison , une vitesse très-grande , qui peut la rendre capable d'agir sur l'organe de la vue , et d'y exciter le sentiment de la *clarté*. Le calorique considéré sous ce point de vue est regardé comme le fluide de la *lumière*.

## ÉLECTRICITÉ.

*De la production du fluide électrique et de ses principaux caractères.*

Tous les corps de la nature peuvent être électrisés; on reconnaît qu'ils le sont effectivement lorsqu'ils exercent entre eux une action à distance, qui se manifeste par des attractions et des répulsions.

Depuis environ cent ans que les phénomènes électriques sont observés avec soin, on a recueilli un grand nombre de faits qu'on a cherché à lier entre eux par des systèmes ou des théories qui ont servi de guides, soit pour exposer les vérités connues, ou pour en découvrir de nouvelles; les hypothèses qui ont rempli ce double objet s'accordent sur ce point, que tous les phénomènes électriques sont dus à un fluide particulier, auquel on a donné le nom de *fluide électrique*; mais elles diffèrent entre elles relativement à la nature et aux propriétés de ce fluide.

En admettant l'existence d'un fluide électrique, nous nous proposons de rapporter tous les phénomènes qu'il présente à autant de faits principaux qu'il est nécessaire, pour que les autres faits électriques s'en déduisent comme conséquences.

La science qui traite des phénomènes électriques, se nomme *électricité*; souvent on emploie ce mot pour désigner le fluide électrique même.

Les moyens par lesquels on électrise les corps sont ou chimiques ou mécaniques.

Les dissolutions, les combinaisons, les changements d'état dus à l'action du calorique, sont presque toujours accompagnés de phénomènes électriques.

Les moyens mécaniques sont le frottement, la pression et le simple contact.

La plupart des corps solides frottés deux à deux s'électrisent sensiblement; la résine, connue sous le nom d'*ambre jaune* ou *succin*, est le premier corps en qui l'on ait remarqué la singulière propriété de s'électriser par le frottement: l'histoire attribue cette découverte à Thalès, de Milet, philosophe grec qui florissait 600 ans avant J. C.

Le frottement des corps solides contre les liquides et les gaz peut aussi produire de l'électricité, mais il y en a peu d'exemples: cependant on sait que le verre, frotté sur le mercure liquide, s'électrise; il y a des tourmalines qui, ayant été exposées quelque temps à un courant d'air, deviennent électriques comme par la chaleur.

La pression est un autre moyen de produire de l'électricité; Aëpinus a observé que deux morceaux de glace de quelques centimètres carrés, étant fortement pressés et ensuite désunis, demeureraient électrisés.

Le simple contact donne encore naissance aux phénomènes électriques; les corps solides qui, après s'être touchés, donnent les signes les plus

apparens d'électricité , sont le zinc et l'argent , le zinc et l'oxide de manganese , etc. Quelques corps solides s'électrisent aussi par leur contact avec des liquides , mais il est possible que les phénomènes électriques qui en résultent soient dus en tout ou en partie à l'action chimique que le liquide exerce sur le solide.

*De la communication du fluide électrique.*

Un corps métallique électrisé et mis en contact avec d'autres corps , se comporte bien différemment suivant la nature des substances avec lesquelles il communique ; l'air très-sec , la soie , le verre , les résines , etc. lui enlèvent très-peu de fluide électrique ; d'autres substances , telles que l'air humide , l'eau et principalement tous les métaux , produisent l'effet contraire. Le fluide électrique se répand presque instantanément sur la surface de ces derniers corps , pris séparément ou réunis , et si cette surface est considérable par rapport à celle du corps électrisé , le fluide électrique cesse d'être sensible ; cette observation a donné lieu à la division des corps en *bons* et *mauvais conducteurs* d'électricité. Pour comparer la faculté de conduire le fluide électrique dans différentes substances , on pourrait donner à chacune d'elles la forme d'un fil , qui aurait un diamètre et une longueur déterminés , et ayant mis l'une des extrémités du fil en communication avec un corps

métallique dont l'état électrique serait constant, le temps que l'électricité aurait employé à passer à l'autre extrémité, serait la mesure de la faculté conductrice. En faisant cette expérience sur les métaux, on n'a pas remarqué de différence sensible dans le temps de la communication, et même pour chacun d'eux, ce temps est si court, que quelle que soit d'ailleurs la longueur des fils métalliques, il n'y a aucun moyen de l'apprécier : on dit d'un corps électrisé qu'il est *isolé*, lorsqu'il ne communique qu'avec de *mauvais conducteurs*.

La connaissance de la faculté conductrice de différents corps pris séparément, ne dispense pas de déterminer par expérience les changements qu'elle éprouve dans ces mêmes corps réunis et superposés ; on a observé que la vitesse du fluide électrique diminuait sensiblement, en passant d'une substance à une autre ; en sorte qu'ayant un cylindre formé d'abord de deux parties égales mises bout à bout, l'une de métal et l'autre de bois, si on les coupe par tranches et qu'on alterne les tranches de bois et de métal, pour former un cylindre égal au premier, les deux cylindres ne sont pas également conducteurs ; la discontinuité diminue la faculté conductrice.

Un corps est d'autant plus électrisé qu'il y a plus de fluide électrique accumulé à sa surface ; lorsque deux corps homogènes, de forme parfaitement égale, pris dans la classe des bons con-

ducteurs, sont électrisés, si on les met en contact en des points semblablement placés sur leurs surfaces, le fluide électrique se répartit symétriquement sur chacun des corps; ainsi, deux boules sphériques égales, ou deux disques métalliques égaux, électrisés et mis en communication, se partagent également l'électricité dont ils étaient chargés; dans l'exemple particulier des sphères, le partage est égal, et de plus il est uniforme lorsque les sphères sont séparées, c'est-à-dire, que le fluide électrique a par-tout la même intensité; cette uniformité n'a lieu que pour cette surface.

Si les corps mis en contact n'ont pas été pris dans la classe des bons conducteurs; le temps nécessaire pour le partage du fluide électrique entre les surfaces de ces corps, varie selon qu'ils sont plus ou moins conducteurs.

C'est cette propriété du fluide électrique de passer plus ou moins facilement à travers les corps, qui a donné le moyen de le fixer, de l'accumuler et d'en étudier les effets; ce fluide nous serait probablement inconnu, si tous les corps avaient une faculté conductrice égale à celle des métaux, ou qui en fût peu différente.

### *De l'attraction et de la répulsion des corps électrisés.*

Tous les corps électrisés se comportent de la même manière par rapport à ceux qui ne donnent aucun signe d'électricité, ils les attirent à dis-

tances , mais leur action réciproque n'est pas constante ; l'expérience apprend que des corps électrisés tantôt s'attirent, tantôt se repoussent ; le verre et la résine frottés contre la laine s'électrisent ; si on suspend à deux fils de soie deux disques métalliques très-minces , tels que deux rondelles de papier doré ou de feuille d'étain , si on les met tous deux en communication avec le verre ou la résine , électrisés par le frottement contre la laine , les disques rapprochés suffisamment pour se trouver dans la sphere d'activité l'un de l'autre , s'écarteront , mais si on touche l'un avec le verre et l'autre avec la résine , ils se rapprocheront.

Cette expérience , qui prouve l'attraction des corps électrisés dans un cas , et leur répulsion dans l'autre , a donné lieu aux différentes hypothèses qui ont été faites sur la nature du fluide électrique.

Franklin a supposé que le globe terrestre était un réservoir inépuisable de fluide électrique , que chaque corps en contenait une certaine quantité qui dépendait de son affinité pour ce fluide ; qu'il pouvait ou en recevoir des corps environnants , ou en perdre pour le communiquer aux mêmes corps , qu'enfin le fluide ne devenait sensible pour nous que lorsque , par une rupture d'équilibre , il se trouvait ou en excès ou en défaut ; d'où résultait la distinction de fluide électrique *positif* et *négalif* , de corps électrisés *positivement* , *négalivement* , et de corps *dans l'état naturel*.

Symmer, regardant aussi le globe terrestre comme un réservoir commun de fluide électrique, dont chaque corps a sa quantité naturelle, n'a pas supposé, comme Franklin, que ce fluide fût simple; il le considère comme un composé de deux autres fluides distincts, combinés entre eux, comme l'oxygène et l'hydrogène dans l'eau, ou l'hydrogène et l'azote dans l'ammoniaque; on distingue ces fluides par les épithètes de *vitré* et *résineux*. D'après cette hypothèse, le fluide électrique naturel ne devient sensible que lorsque, par quelques circonstances, il se décompose en ses éléments.

Quelque soit le système qu'on adopte pour classer les faits connus sur l'électricité, il faut admettre, comme des propositions démontrées par l'expérience, 1<sup>o</sup> *que deux corps électrisés positivement ou négativement se repoussent*; 2<sup>o</sup> *que deux corps dont l'un est électrisé positivement et l'autre négativement s'attirent*; et parce que la force attractive ou répulsive n'aurait pas moins lieu, lors même que les corps retenus par quelques obstacles ou seulement par la pesanteur, ne lui obéiraient pas, on peut énoncer ces propositions d'une autre manière, et dire que *les fluides électriques de même espèce se repoussent, et les fluides d'espèce différente s'attirent*.

*De l'électricité positive et négative.*

Il y a plusieurs caractères par lesquels on dis-

tingue les deux especes d'électricité, positive et négative, ou vitrée et résineuse; un corps terminé en pointe étant électrisé positivement, il présente dans l'obscurité une aigrette en forme de cône, qui a son sommet à l'extrémité de la pointe; si le même corps est électrisé négativement et placé dans le même lieu, l'aigrette se change en un petit globule lumineux.

Deux sources constantes d'électricité, l'une positive et l'autre négative, communiquant par deux fils métalliques à l'eau contenue dans un vase, l'eau se décompose, le gaz oxigene se dégage par le fil qui communique à la source positive, ou se combinant avec lui, le change en un oxide; en même temps, le gaz hydrogene s'échappe en bulles très-abondantes de l'électricité du fil qui communique à la source négative.

*De la tension du fluide électrique et des électrometres.*

On nomme *tension* la force avec laquelle deux molécules d'un corps électrisé tendent à s'écarter; les instruments qui servent à mesurer ou estimer cette force, se nomment *électrometres*.

La quantité totale d'électricité répandue uniformément sur une surface plane, dépend et de la grandeur de la surface et du nombre de molécules de fluide électrique fixé sur une portion déterminée de cette surface; en multipliant la tension de ce fluide par la grandeur de la surface,

le produit exprime une force qu'on prend pour mesure de la quantité totale d'électricité ; si le corps électrisé est terminé par une surface courbe, on la conçoit divisée en un assez grand nombre de parties, pour que chacune d'elles puisse être considérée comme un petit plan ; multipliant chaque partie par la tension du fluide qui y correspond, la somme de tous les produits est la *quantité totale d'électricité*. Pour mesurer la tension du fluide électrique sur un élément quelconque d'une surface courbe, on se sert de l'électromètre de *Coulomb*, connu sous le nom de balance électrique.

*De la balance électrique.*

Les expériences de Coulomb ont prouvé que, si un fil de métal, de soie ou de toute autre matière flexible, était suspendu à un point fixe, et tordu par une force agissante à l'extrémité d'un levier constant, l'arc parcouru par le levier pour tordre le fil, est proportionnel à la force qui produit la torsion ; d'où il suit qu'ayant pris pour unité de force celle qui est capable de tordre un fil donné d'un angle déterminé, par exemple de  $30^\circ$ , la force capable de le tordre de  $n$  fois  $30^\circ$ , en agissant à l'extrémité du même bras de levier, est  $n$  fois la force prise pour unité : ce résultat sert de base à la construction de la balance électrique.

La partie principale de cet instrument est un

fil attaché par un bout sur le fond d'une petite boîte cylindrique , et portant à l'autre bout un levier très-mince de gomme laque ; à l'une des extrémités de ce levier est un petit disque de papier doré , et à l'autre extrémité on place un contre-poids pour tenir le levier dans une position horizontale ; lorsque le fil de suspension est dans son état naturel , le disque touche une petite boule métallique fixe , sur laquelle on apporte , à l'aide d'un petit disque aussi isolé , une partie du fluide électrique dont on veut mesurer l'intensité ; aussitôt que la boule et le disque qui la touche sont électrisés , le disque s'en éloigne , le fil se tord et des divisions placées sur la cage en verre qui renferme la balance , donnent la mesure de l'angle de torsion ; l'objet de la cage est de maintenir la balance dans un air calme.

La force répulsive qui agit sur le disque mobile n'est pas la seule qui puisse tordre le fil ; le fond de la boîte cylindrique à laquelle ce fil est attaché , tourne sur lui-même , et par ce mouvement de rotation qu'on mesure exactement , on augmente ou l'on diminue à volonté la torsion due à la force répulsive qui agit sur le disque.

L'instrument étant ainsi disposé , il peut servir à résoudre les deux questions suivantes :

*Première question.* La boule fixe étant électrisée , elle agit sur le disque mobile et le repousse , mais sa force répulsive diminue à mesure que le disque s'éloigne ; les distances de la boule fixe au

disque étant données, on demande la mesure des forces répulsives qui y correspondent ?

*Deuxième question.* Ayant électrisé la boule fixe et mesuré exactement l'arc compris entre cette boule et le point où le disque mobile s'est arrêté, on demande la mesure de la force répulsive du fluide électrique de la boule dans le premier instant ?

*Solution de la première question :* Prenons pour unité de force de torsion celle qui est capable de tordre le fil d'un arc  $\alpha^\circ$ , et supposons que le disque mobile étant placé à l'extrémité de deux arcs  $A$  et  $B$ , comptés de la boule fixe, il soit soumis à deux torsions mesurées par les arcs  $A \pm a$  et  $B \pm b$ , les forces de torsions correspondantes à ces deux arcs seront  $\frac{A \pm a}{\alpha}$ ,  $\frac{B \pm b}{\alpha}$ .

Lorsque le disque est à l'extrémité de l'arc  $A$ , la force répulsive, qu'on suppose réunie au centre de ce disque, agit suivant la corde de cet arc et à une distance égale à  $2 \sin. \frac{A}{2}$ , (le rayon du cercle décrit par le centre du disque étant 1), mais cette force étant décomposée en deux, l'une suivant la tangente et l'autre suivant le rayon de l'extrémité de l'arc  $A$ , la première est par hypothèse égale à  $\frac{a}{\alpha}$ , donc on aura,  $\cos. \frac{A}{2} : \frac{A \pm a}{\alpha} :: 1$ ; à la force répulsive correspondante à la distance  $2 \sin. \frac{A}{2}$ , donc cette force est égale à  $\frac{A \pm a}{\alpha \cos. \frac{A}{2}}$ ;

par la même raison, la force répulsive correspondante à la distance  $2 \sin. \frac{B}{2}$ , sera  $\frac{B \pm b}{a \cos. \frac{B}{2}}$ . En

multipliant les expériences pour une suite d'arcs  $A, B, C, D$ , etc., Coulomb a trouvé que les forces répulsives étaient en raison inverse des quarrés des distances auxquelles ces forces agissent.

On a observé que les corps, de la nature des bons conducteurs, perdaient instantanément leur électricité dans le vide, et de-là est venue l'expression assez inexacte, que *le vide est un bon conducteur*; il suit de cette expérience que le fluide électrique se porte vers la surface des corps, et qu'il n'y est retenu dans l'état d'équilibre que par la pression de l'atmosphère; ce résultat d'expérience n'a encore pu être prouvé rigoureusement, d'après la loi de Coulomb sur les forces répulsives, que pour le cas où la surface des corps électrisés est sphérique ou ellipsoïde de révolution, mais le calcul d'où l'on déduit cette conséquence, suppose que le fluide électrique n'a, pour les molécules du corps électrisé, ni affinité, ni adhérence, et cette hypothèse n'est sensiblement vraie que pour les corps de la nature des bons conducteurs, car les corps *mauvais conducteurs*, tels que la résine, lors même qu'ils sont placés dans le vide ou touchés par d'autres corps dans l'état naturel, perdent difficilement le fluide électrique dont ils sont pénétrés.

*Solution de la deuxième question :* Nommons  $F$ , la force répulsive du fluide électrique capable de tordre le fil d'un arc, par exemple, de  $30^\circ$ , en agissant à la distance  $2 \sin. \frac{30^\circ}{2}$ ; qui est la longueur de la corde, suivant laquelle cette force est dirigée.

Supposons que le disque mobile chargé de l'électricité de la boule fixe s'en soit écarté d'un angle de  $m^\circ$ , il s'agit de trouver, en supposant que cette force agisse à la distance  $2 \sin. \frac{30^\circ}{2}$ , la force répulsive correspondante à cet arc.

On fera tourner la boîte cylindrique qui supporte le fil, jusqu'à ce que la combinaison des deux torsions supérieure et inférieure le ramène à l'extrémité de l'arc  $30^\circ$ , et on observera la torsion qu'il éprouvera dans cette position; soit  $t$  cette torsion,  $\frac{t}{\cos. \frac{30^\circ}{2}}$  sera la force répulsive demandée; elle agit comme la force  $F$ , suivant la corde de l'arc de  $30^\circ$  et à la même distance  $2 \sin. \frac{30^\circ}{2}$ ; on détermine de la même manière par l'expérience la force répulsive correspondante à un angle quelconque autre que  $m^\circ$ .

En admettant la loi de décroissement de la force répulsive, en raison inverse du carré des distances auxquelles elle agit, on pourra conclure la force répulsive demandée de la première expérience qui donne l'angle de torsion  $m^\circ$ ; car on

sait par cette expérience qu'à la distance  $2 \sin. \frac{m}{2}$ ,

la force répulsive est  $\frac{\left(\frac{m}{\alpha}\right)}{\cos. \frac{m}{2}}$ , or si on nomme  $D$  la

distance qu'on adopte pour comparer toutes les

forces répulsives, on aura :  $D^2 : 4 \overline{\sin. \frac{m}{2}^2} :: \frac{\left(\frac{m}{\alpha}\right)}{\cos. \frac{m}{2}}$

: à la force répulsive agissant à la distance  $D$ , ce qui

donne pour l'expression de cette force  $\frac{4 \overline{\sin. \frac{m}{2}^2} \times \frac{m}{\alpha}}{D^2 \cos. \frac{m}{2}}$ .

La solution des deux questions précédentes, par la balance électrique, suppose que le disque mobile et la boule fixe se touchent, lorsqu'ils sont l'un et l'autre dans l'état naturel ; mais il arrive assez ordinairement qu'au lieu du simple contact il y a entre eux un peu d'adhérence, soit à cause de l'humidité ou d'une faible torsion du fil qui soutient le disque ; pour éviter cet inconvénient, on pourrait à chaque expérience laisser entre la boule et le disque un petit arc  $\omega$ , et en comparant les forces répulsives pour la même distance ou la corde du même arc, on obtiendrait les mêmes résultats ; supposons que, le fil n'éprouvant aucune torsion, l'électricité de la boule fixe en éloigne le disque d'un arc de  $n^\circ$ , le fil ne sera tordu que d'un arc de  $(n-\omega)^\circ$ , et la force répulsive de la boule sur le disque, agira suivant la corde de l'arc  $n^\circ$ , et à une distance

égale à la longueur de cette corde ; or , la force de torsion correspondante à  $(n-\omega)^{\circ}$ , est  $\frac{n-\omega}{\alpha}$ , donc la force répulsive , suivant la corde de l'arc  $n^{\circ}$ , est  $\frac{n-\omega}{\alpha \cos. \frac{n}{2}}$  ; cette force agissant à la distance  $2 \sin. \frac{n}{2}$ , elle deviendra à la distance  $D$ , le quatrième terme de cette proportion ;  $D^2 : 4 \overline{\sin. \frac{n}{2}}^2 :: \frac{n-\omega}{\alpha \cos. \frac{n}{2}} : x = \frac{4 \overline{\sin. \frac{n}{2}}^2 (n-\omega)}{\alpha D^2 \cos. \frac{n}{2}}$ .

Ces méthodes par lesquelles on compare les effets de plusieurs forces agissantes à la même distance , ou d'une force unique qui agit à différentes distances , supposent que ces forces ne changent pas , au moins sensiblement , pendant l'expérience , ce qui n'est vrai que lorsque l'air qui environne le corps électrisé est parfaitement sec ; si cette dernière circonstance n'a pas lieu , il faut tenir compte de la diminution de tension résultant de l'état de l'atmosphère , ce qui peut se faire au moyen de tables semblables à celles qui ont été données par Coulomb , pour plusieurs substances isolantes ; ces tables indiquent la hauteur du baromètre , le degré du thermomètre et de l'hygromètre , au moment où l'on a observé sur les substances électrisées et isolées les diminutions de tension électrique.

De tous les électromètres , la balance électrique

est celui qui donne la mesure la plus exacte de la *tension*, et il n'y en a aucun qui, sous ce rapport, lui soit préférable ; mais lorsqu'il ne s'agit que d'estimer une augmentation ou une diminution de tension, ou de reconnaître à quelle espèce d'électricité cette tension est due, il est plus commode de faire usage de l'électromètre, connu sous le nom d'électromètre de *Saussure*, de *Bennet*, d'électromètre à *Pailles*, etc. ; il est formé de deux fils ou lames métalliques suspendues à une boule aussi métallique ; cette boule est fixée au col d'une bouteille ronde ou carrée, destinée à mettre les fils à l'abri des courants d'air ; on enveloppe quelque fois chacun des fils d'un brin de paille, qui lui sert de fourreau et n'en laisse que l'extrémité à découvert (1). Cet instrument est très-sensible et peut indiquer une électricité d'une très-faible tension ; l'électromètre à pendule donne un moyen facile d'estimer l'électricité d'une forte tension ; il consiste en un petit montant de bois vertical terminé dans la partie supérieure par un disque demi-circulaire divisé en degrés ; au centre de ce disque est placé un

(1) Le fluide électrique n'étant pas distribué uniformément sur ces fils, il serait difficile d'indiquer la position de la résultante de toutes les forces répulsives ; dans l'hypothèse où le fluide électrique n'a qu'une très-faible tension, on obtient du fourreau de paille cet avantage, que la force répulsive n'agit sensiblement qu'aux extrémités des fils qu'il laisse à découvert.

pendule dont les oscillations, mesurées sur l'arc du disque, indiquent le plus ou moins d'intensité du fluide électrique.

*De l'influence électrique.*

Deux corps électrisés et placés à une certaine distance, n'agissent pas sensiblement l'un sur l'autre, et si ces corps sont sphériques, leurs surfaces restent uniformément électrisées; mais lorsqu'on diminue la distance qui les sépare, ils deviennent capables d'agir l'un sur l'autre; la distribution du fluide électrique sur les surfaces de ces corps éprouve un changement très-sensible. Cette action réciproque des corps électrisés, constitue ce qu'on nomme *influence électrique*.

Quelle que soit la forme des corps électrisés mis en présence, et la tension de l'électricité dont ils sont chargés, on pourra prévoir tous les changements de distribution du fluide électrique d'après cette loi énoncée ( *page 26* ) : *les fluides électriques de même espece se repoussent, et les fluides de différente espece s'attirent.*

Ainsi deux corps électrisés de la même maniere, étant soumis à l'influence l'un de l'autre, la tension de l'électricité décroît dans les parties de ces corps les plus voisines, et elle croît dans les parties les plus éloignées. Le contraire arrive si les corps mis en présence ne sont pas électrisés de la même maniere.

Ces effets de l'influence donnent le moyen de reconnaître l'espece d'électricité en vertu de laquelle les fils ou les lames des électromètres s'écartent.

Considérons maintenant l'action d'un corps électrisé sur un corps qui est dans l'état naturel, et celle de ce dernier sur le corps électrisé.

Pour rendre sensible l'action d'un corps électrisé sur un autre corps qui est dans l'état naturel, on peut se servir d'un appareil très-simple, qui consiste en une petite verge de cuivre ou de fer d'environ un décimètre de longueur, portée dans son milieu par un bâton de cire à cacheter. On termine cette verge par deux petites boules, et pour indiquer la présence du fluide électrique aux deux extrémités, on y place deux fils très-minces de soie ou de lin qui sont pliés en deux, et qui s'écartent aussitôt qu'ils sont électrisés.

L'appareil étant ainsi disposé, on frotte un bâton de cire à cacheter, on l'approche d'une des extrémités de la verge métallique; aussitôt les deux fils de soie divergent; éloignant le bâton de cire à cacheter, les fils reprennent leur état primitif; rapprochant de nouveau le bâton de cire, la divergence des fils a encore lieu; et il est facile de reconnaître que l'écartement des fils voisins du bâton de cire électrisé est dû à une électricité contraire à celle du bâton, tandis que les fils qui en sont les plus éloignés divergent en vertu d'une électricité semblable; on approche de ces derniers

fil un autre corps électrisé, et on observe que ce nouveau corps fait croître ou décroître la divergence des fils placés à l'extrémité de la verge métallique la plus éloignée du bâton de cire, et qu'il produit un effet contraire sur les fils placés à l'autre extrémité; ce qui ne peut avoir lieu que lorsque les électricités des deux extrémités sont différentes. Cette différence d'électricité est encore prouvée par l'expérience suivante :

On place bout à bout deux cylindres métalliques, par exemple, deux cylindres de bois, couverts de feuilles d'étain; les tenant par des supports isolants, on les présente à l'influence d'un corps électrisé. Tandis qu'ils sont soumis à cette influence, on les sépare; l'un, celui qui était le plus éloigné du corps influent, est électrisé comme lui, et l'autre est électrisé d'une manière différente.

On obtient un effet semblable en se servant de l'appareil qui a été décrit plus haut. Tandis que l'une des extrémités de la verge métallique est soumise à l'influence d'un corps électrisé, on touche l'autre extrémité du doigt ou avec un corps isolé d'une masse suffisante, aussitôt après le contact la verge est électrisée d'une électricité contraire à celle du corps influent; il est évident que par ce contact on a enlevé le fluide électrique accumulé à l'extrémité de la verge métallique la plus éloignée du corps influent; pour produire cet effet, le contact de l'air suffit, sur-

tout lorsque la verge est terminée en pointe ; alors le fluide électrique accumulé sur cette partie se dissipe de lui-même dans l'air (1). C'est ce qui arrive aux corps légers qui sont attirés par des corps non conducteurs électrisés, et se fixent à leur surface ; ils se comportent de la même manière que la verge métallique terminée par une pointe (2).

(1) C'est sur cette propriété des corps terminés en pointe, de favoriser l'écoulement du fluide électrique, qu'est fondée la construction des paratonnerres et des cerfs-volants électriques.

(2) On explique bien par les influences comment les poussières des corps, projetées sur d'autres corps électrisés se fixent à la surface de ces derniers ; mais on a observé dans l'arrangement de ces poussières une circonstance assez remarquable, dont il n'est pas facile de donner l'explication ; elles se disposent toujours sur les plateaux électrisés négativement en globules arrondis bien distincts, et sur les plateaux électrisés positivement en aigrettes, quelle que soit la nature et du plateau et des poussières qu'on y tamise. On rend compte, par cet arrangement, de ce qui se passe dans une expérience vraiment curieuse et qu'on ne manque pas de répéter dans les cours d'électricité ; après avoir fait glisser légèrement sur un gâteau de résine une petite boule qui communique d'abord avec une source d'électricité positive, et ensuite avec une source d'électricité négative. on la dirige dans son mouvement, de manière que les lignes électrisées, les unes en *plus*, et les autres en *moins*, soient entrelacées ; au moyen d'un soufflet dont le fond est garni d'une toile, et qui se replie sur lui-même, on projette sur le gâteau un mélange de minium et de soufre pulvérisés et bien mêlés, on voit les lignes électrisées négativement prendre une couleur rougeâtre, tandis que les lignes

Ainsi un corps qui ne donne aucun signe d'électricité, et qui, par cette raison, est considéré comme étant dans l'état naturel, perd cet état aussitôt qu'il est dans la sphere d'activité d'un autre corps électrisé; les parties de ces deux corps les plus voisines s'électrisent de manieres différentes et les parties les plus éloignées de la même maniere.

Si la tension de l'électricité est beaucoup plus considérable sur l'un des corps que sur l'autre, le corps le moins électrisé se comportera comme s'il était dans l'état naturel, et pourra être attiré par le corps le plus électrisé; ainsi, lorsqu'on dit que deux corps électrisés de la même maniere se repoussent, il faut supposer que l'influence n'ait pas changé sur l'un des deux la nature du fluide électrique.

Quand les corps électrisés soumis à l'influence sont terminés par des surfaces arrondies, les fluides positif et négatif peuvent, en s'accumulant sur les parties les plus voisines de ces sur-

électrisées positivement prennent la couleur blanche du soufre. Quelques phisiciens expliquent ces apparences par l'affinité élective du soufre pour l'électricité positive, et du minium pour la négative; on sera dispensé d'avoir recours à cette explication, en observant, 1<sup>o</sup> que les poussieres du mélange de soufre et de minium se portent en globules arrondis sur l'électricité positive; 2<sup>o</sup> que le soufre étant plus léger et d'une couleur plus tranchée que le minium, ses aigrettes doivent être plus développées et plus apparentes; ce qui fait distinguer la ligne *positive* de la *négative*.

faces, acquérir un degré de tension tel que l'air interposé ne soit plus un obstacle à leur réunion ; alors ce milieu est frappé, comprimé, d'où résulte le bruit qui accompagne l'étincelle.

Si les corps, au lieu d'être arrondis, sont terminés en pointes, ou couverts d'aspérités, la communication du fluide électrique se fait sans bruit, et la lumière beaucoup plus faible qui accompagne cette communication, n'est apparente que dans l'obscurité ; mais quelle que soit la forme des corps entre lesquels part une étincelle, ce phénomène est toujours précédé de l'action de l'influence qui électrise positivement et négativement les parties de ces corps les plus voisines.

Quand à l'action du corps qui est dans l'état naturel sur le corps électrisé dont il éprouve l'influence, il résulte de ce qui vient d'être dit, que sur la partie de ce dernier corps la plus voisine de celui qui est dans l'état naturel, la tension de l'électricité augmente, tandis que sur la partie qui en est le plus éloignée, elle diminue ; c'est ce qu'on vérifie à l'aide du même appareil qui a été décrit (*page 37*) ; après avoir électrisé la verge métallique, on approche d'une des extrémités un corps qui est dans l'état naturel, et on observe que la divergence des fils placés à cette extrémité augmente très-sensiblement.

Nous avons supposé jusqu'à présent les corps électrisés placés dans un air sec, mais ce milieu

n'est pas le seul à travers lequel l'influence s'exerce ; elle a de même lieu à travers d'autres substances non conductrices , telles que le verre , la résine , etc. pourvu néanmoins que l'épaisseur de ces différents milieux ne s'étende pas au-delà de la sphere d'activité des fluides électriques.

Les corps conducteurs et non conducteurs s'électrisent par influence , mais la plupart de ces derniers s'électrisent beaucoup plus difficilement que les premiers. Cette difficulté est peut-être due à la densité des substances non conductrices ; car l'air , quoique non conducteur , éprouve fortement et instantanément l'action de l'influence.

Ayant soumis à l'influence d'un corps électrisé une colonne d'air atmosphérique d'environ deux metres , renfermé dans un tube de verre terminé par des plaques de cuivre , et ayant fait le vide dans le même tube , on n'a pas remarqué de différence sensible dans l'effet de l'influence sur l'air très-dilaté.

*Des instruments ou appareils dont la construction a pour base l'influence électrique.*

#### DE L'ÉLECTROPHORE.

L'électrophore est composé d'un gâteau plan de résine et d'un disque métallique aussi plan , qui est supporté dans son milieu par un manche isolant. Pour faire usage de cet instrument , on frotte le gâteau de résine avec un morceau de laine , ou mieux avec une peau garnie de poils ; on pose

sur ce gâteau le disque métallique. Après avoir fait communiquer la partie supérieure du disque avec le réservoir commun, on l'enlève par son manche isolant, et il se trouve électrisé. Remettant le disque dans son état naturel et le posant encore sur la résine, on l'électrise de nouveau. Cette opération peut se répéter un grand nombre de fois, et à chaque fois on charge le disque d'une électricité dont la tension ne varie pas sensiblement, et qui est d'ailleurs assez élevée pour qu'on en tire de fortes étincelles. On voit facilement ce qui se passe dans cette opération; la résine étant électrisée perd difficilement le fluide électrique qui est engagé dans ses pores; celui qu'elle retient peu, passe au réservoir commun à la première communication du disque métallique avec ce réservoir. Celui qui reste agit par influence sur le disque qui est en communication avec la terre ou un corps isolé d'une masse suffisante; à l'instant où cette communication cesse, le disque se trouve électrisé d'une électricité contraire à celle du gâteau de résine. On pourrait substituer à la résine un plateau de verre ou toute autre substance non conductrice et électrisée.

Le disque métallique peut s'électriser, quoiqu'on n'établisse pas de communication entre lui et la terre; mais on remarque que, dans ce cas, l'électricité est faible; elle est due à l'état de l'air qui n'est pas parfaitement sec, et qui enlève une partie de l'électricité accumulée sur la surface supérieure du disque.

## DES CONDENSATEURS.

Un corps qui est dans l'état naturel étant mis en communication avec une source constante de fluide électrique, se charge d'une électricité dont le maximum de tension diffère peu de la tension de la source. L'objet du condensateur est de charger ce corps d'une électricité dont la tension soit plus élevée qu'elle n'est à la source.

Le condensateur est formé de deux disques de la nature de bons conducteurs, séparés par une substance de la classe des mauvais conducteurs. Pour faire usage de cet instrument, on met l'un des disques en contact avec le réservoir commun, ou un corps isolé d'une masse suffisante, et on fait communiquer l'autre disque avec la source d'électricité; ce dernier s'électrise, et parce qu'il est soumis à l'influence d'un corps qui est dans l'état naturel, la face la plus voisine de ce corps est chargée d'une électricité plus élevée qu'à la source, tandis que la partie de la face qui est en communication avec la source est électrisée comme elle; donc, si on éloigne le disque et du corps influent et de la source, au moyen d'un corps isolant, il manifesterà une électricité d'une tension plus élevée qu'à la source même.

Aussitôt qu'on éloigne le disque qui communique à la source, du disque qui communique au réservoir commun, ce dernier tend à reprendre son état naturel; mais si avant de les séparer on

les isole, l'un de la source et l'autre du réservoir commun, ils demeurent tous deux électrisés, et leurs électricités sont différentes; le même effet a encore lieu, lorsque l'un des disques, au lieu de communiquer avec le réservoir commun, communique avec une seconde source d'électricité, différente de l'électricité de la première; mais s'il était en communication avec une source d'électricité de même espèce, la condensation du fluide électrique sur l'autre disque cesserait d'avoir lieu.

Pour comparer la tension de l'électricité sur le disque qui communique à la source, avec la tension de l'électricité, et à la source, et sur le second disque, il faut avoir égard à l'état du corps avec lequel le deuxième disque communique: ou ce corps est dans l'état naturel, ou il est électrisé; dans cette dernière hypothèse, il est électrisé d'une autre électricité que celle de la source ou d'une même électricité.

Si le corps avec lequel le second disque communique est dans l'état naturel, la tension du fluide électrique sur le premier et le second disque devient plus grande qu'à la source, et plus grande sur le premier disque que sur le second; s'il est électrisé d'une autre électricité que celle de la source, les mêmes effets ont encore lieu, mais la tension du fluide électrique sur le second disque est plus grande ou plus petite que sur le premier, selon que le second disque communique

avec un corps dont l'électricité est d'une tension plus grande ou plus petite que celle du fluide électrique de la source.

Le dernier cas à considérer est celui pour lequel le corps qui communique avec le second disque est électrisé d'une électricité semblable à celle de la source, alors les fluides de même espèce se repoussent, et les disques étant séparés et isolés, la tension de leurs électricités, comparée à celle de l'électricité de la source, loin d'être augmentée, est considérablement diminuée.

L'épaisseur de la substance qui sépare les disques du condensateur doit être proportionnée à la tension des sources avec lesquelles ils communiquent; car, si elle est trop faible, les fluides électriques s'ouvrent un passage à travers la substance qui les sépare, et se neutralisent; si elle est trop forte, l'influence électrique d'où dépend la condensation cesse d'avoir lieu; d'où il suit qu'à chaque source d'électricité correspond un condensateur qui donne la *maximum* de tension à l'électricité qu'on accumule sur l'un de ses disques (1).

(1) M. D\*\*\* a fait quelques expériences pour comparer la tension de l'électricité à la source, et la tension de l'électricité dont on charge le disque du condensateur. Il a électrisé un conducteur de machine électrique à différentes tensions qui étaient mesurées sur l'électromètre de Bennet, par des arcs de 3°, 4°, 5° . . . . . 8°.

- Il a chargé un condensateur de deux pouces de diamètre en faisant communiquer son disque inférieur avec le réservoir

Le condensateur varie par la forme et la nature de la substance placée entre ses disques, et pour distinguer ses variétés on lui a donné des noms différents, tels que : *jarre électrique, bouteille de Leyde, condensateur de Volta, condensateur de Cavallo, condensateur*, etc.

La jarre est formée de deux feuilles d'étain appliquées et fixées sur les surfaces intérieure et extérieure d'un bocal de verre de forme cylindrique : on nomme ces feuilles métalliques *armures*. Une couche de résine ou de vernis isolant, mise sur les bords supérieurs du bocal, empêche la communication des armures. Pour charger une jarre, on fait communiquer l'une des surfaces du bocal avec une source d'électricité, et l'autre surface avec le réservoir commun ; après un certain temps, qui dépend de la grandeur du bocal, on supprime la première communication, et les deux feuilles métalliques de la jarre sont électrisées. Si pour l'une le fluide électrique est positif, pour l'autre il est négatif. Le verre placé entre les deux feuilles est aussi électrisé sur chacune de ses faces, de l'électricité des feuilles qui les touchent.

commun, et le disque supérieur avec le conducteur électrisé, et en mesurant les tensions de l'électricité sur le disque supérieures comme sur le conducteur de la machine électrique, il les a trouvées de  $9^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $25^\circ$ , et enfin pour l'arc de  $8^\circ$  de tension à la source, l'étincelle électrique est partie spontanément du disque. D'où l'on voit qu'une petite augmentation de tension à la source en produit une très-grande sur le disque du condensateur.

Une jarre étant électrisée, les fluides électriques des armures tendent l'un vers l'autre, et exercent sur le verre une forte pression. Pour décharger la jarre, il faut vaincre l'attraction des fluides opposés; ce qui se peut faire de plusieurs manières: 1<sup>o</sup> En établissant la communication entre les deux armures. 2<sup>o</sup> En faisant communiquer à-la-fois ces deux armures avec le réservoir commun ou une grande masse isolée (1). 3<sup>o</sup> En les faisant communiquer alternativement avec le réservoir commun, ou des masses isolées et non électrisées.

Lorsqu'on emploie le premier ou le second moyen, on dépouille instantanément les armures du fluide électrique qui s'y était accumulé, mais le verre qui les sépare retient plus fortement et conserve encore long temps les électricités qu'il avait acquises par l'influence. La jarre dans cet état peut produire les mêmes effets qu'un appa-

(1) Le cabinet de physique de l'Ecole du Génie à Mézieres, était placé sur le bord de la Meuse; cette riviere, après avoir fait un tour d'environ trois lieues, repassait à très-peu de distance du Cabinet. M. Monge eut l'idée de se servir de ce bras de riviere comme conducteur, pour mesurer la vitesse avec laquelle le fluide électrique passe d'une armure d'un bocal à l'autre armure. En faisant communiquer les armures avec les deux bras de la riviere, le bocal fut déchargé instantanément; mais cette expérience ne prouvait pas, comme il l'a observé, que le fluide électrique eût traversé le bras entier de la riviere, mais seulement qu'il s'était dispersé dans les eaux de cette riviere.

reil composé de deux électrophores réunis, qui ont pour substance *influyente* un bocal de verre électrisé d'un côté positivement, et de l'autre négativement.

### *De la bouteille de Leyde.*

La bouteille de Leyde ne diffère de la jarre électrique que par la forme. On couvre d'une feuille d'étain l'extérieur d'une bouteille de verre, on remplit l'intérieur de feuilles d'or ou de cuivre, on la ferme par un bouchon métallique qui communique avec l'intérieur et qui n'est séparé de la surface extérieure que par une couche de résine appliquée sur le verre : la bouteille dans cet état se nomme *bouteille de Leyde*. Tout ce qu'on a dit de la jarre doit aussi s'entendre de la bouteille de Leyde ; cette espèce de condensateur convient pour les sources d'électricité de la plus grande tension.

### *Des batteries électriques.*

Une batterie électrique est formée par des jarres ou des bouteilles de Leyde, disposées de manière qu'elles équivalent à une seule jarre ou à une seule bouteille. Toutes les armures intérieures communiquent entre elles ; il en est de même des armures extérieures. C'est dans cet état que la batterie est capable de recevoir la plus grande quantité d'électricité, mais on peut encore

donner aux bouteilles ou jarres qui la composent, une autre disposition qu'il est important de connaître. On pose sur une table isolée une suite de jarres; on met l'armure intérieure de la première en communication avec une source d'électricité, et l'armure extérieure de la dernière communique avec le réservoir commun; de plus, on fait communiquer l'armure extérieure de la première avec l'armure intérieure de la seconde; l'armure extérieure de la seconde avec l'armure intérieure de la troisième, et ainsi de suite. La source charge la batterie ainsi disposée, et un effet qu'on peut prévoir, c'est que la quantité d'électricité reçue par la batterie entière, est beaucoup moindre que celle dont une jarre seule de cette même batterie aurait pu être chargée.

Cet effet devient plus sensible à mesure qu'on augmente le nombre de jarres disposées comme on vient de le dire. Ayant chargé une seule jarre avec une machine électrique, les premiers tours de plateau ont à peine fait diverger l'électromètre; chargeant ensuite le système des six jarres égales à la première, les trois premiers tours ont donné à l'électromètre le *maximum* de divergence.

### *Condensateur de Volta.*

Un plateau de marbre blanc placé entre deux disques métalliques, compose le *condensateur de Volta*. Le marbre blanc dans cet instrument, tient

lieu du verre qui sépare les feuilles métalliques du bocal ou de la bouteille de Leyde. Le marbre étant moins mauvais conducteur que le verre, ce condensateur convient aux sources d'électricité d'une tension moyenne.

#### *Du Condensateur de Cavallo.*

Cet instrument est composé de deux disques métalliques, séparés par une couche d'air qui tient lieu du verre dans la bouteille de Leyde, et du marbre dans le condensateur de Volta.

En ne laissant à la couche d'air que très-peu d'épaisseur, ce condensateur de Cavallo conviendra aux sources d'électricité d'une petite tension.

#### *Du Condensateur.*

Pour accumuler le fluide électrique qui est d'une tension très-faible à sa source, et qui ne serait sensible à aucun des électromètres décrits précédemment ; on prend pour substance isolante un plateau de bois couvert de taffetas de Florence enduit d'une légère couche de gomme lacque ; et, pour qu'il y ait plus de contact entre cette couche et le disque métallique qui s'y applique, on place entre le bois et le taffetas quelques rondelles de papier. On a conservé, à l'instrument ainsi disposé, le nom de *condensateur*. Lorsqu'on en fait usage, le plateau de bois communique au réservoir commun, et le disque métallique à la source.

En admettant que le fluide électrique s'écoule

d'une source constante, on peut, quelque faible que soit la tension à cette source, le recueillir sur le disque du condensateur et en augmenter considérablement la tension; mais, lorsqu'un corps n'est chargé que d'une quantité limitée de fluide électrique, et que la tension de ce fluide est très-faible, le condensateur n'offre pas le moyen d'en reconnaître la présence et d'en distinguer l'espece. Il faut dans ce cas avoir recours à un autre instrument qu'on nomme *doubleur*, dont la construction est encore fondée sur les influences.

Un corps qui est dans l'état naturel, en présence d'un autre corps, même faiblement électrisé, y prend deux especes d'électricité. L'objet du doubleur est de réunir les électricités semblables de ces deux corps sur un seul, et par cette réunion, d'en augmenter la tension.

#### *Du Doubleur.*

Cet instrument est composé de trois disques métalliques de même grandeur et de forme circulaire; les deux premiers sont fixes et dans un même plan, le troisieme a un mouvement de rotation dans un plan qui est parallele à celui des disques fixes, et qui n'en est séparé que par une mince couche d'air.

Nommons  $F$  et  $F'$  les disques fixes,  $M$  le disque mobile; les disques prennent, l'un par rapport à l'autre, les deux positions suivantes. Dans la première,  $F$  et  $F'$  communiquent entre eux et sont

isolés du réservoir commun ; M a une de ses faces en regard de F , tandis que l'autre communique avec le réservoir commun. Dans la deuxième position , F et M sont isolés , F ne communique plus avec F' , une des faces de F' est en regard de M , tandis que l'autre face communique avec le réservoir commun.

Les disques F et F' sont supposés d'abord faiblement électrisés ; dans la première position , le disque M est soumis à l'influence des deux disques F et F' ; il s'électrise d'une électricité qui diffère de celle de ces disques et qui la surpasse en tension ; dans la deuxième position le disque F est isolé , F' est soumis à l'influence de l'électricité de M ; il acquiert une électricité d'une autre nature que celle-ci , et d'une tension à peu près égale ; or , la tension de l'électricité dans M était , par la première position , plus grande que celle de F' ; donc , dans la deuxième position , la tension de l'électricité de F' a augmenté ; revenant à la première position , F' communique avec F et partage avec ce disque ce qu'il a gagné en fluide électrique ; d'où il suit qu'en continuant le mouvement de rotation du disque M , la tension du fluide électrique des disques F et F' va toujours croissant , jusqu'à ce que l'air interposé qui sépare les disques fixes et le disque mobile ne soit plus un obstacle à la réunion de leurs fluides ; l'instant de cette réunion est indiqué par le bruit de l'étincelle électrique.

On a observé que le doubleur, même isolé du réservoir commun, était une source d'électricité qui augmente avec les dimensions de cet instrument, or, cette électricité naturelle peut différer de la faible électricité qu'on suppose dans les disques F et F', et dans ce cas, celle-ci est entièrement absorbée et dominée par la première; d'où il suit que pour accroître la tension de l'électricité des disques F et F' sans en changer la nature, il faut donner à ces disques, ainsi qu'au mobile M, de petites dimensions.

### *Machine électrique.*

L'objet des machines électriques est de produire, par un frottement continu, le fluide électrique et de l'accumuler sur un corps isolé qui lui sert de réservoir; les parties principales de la machine électrique sont les *frottoirs*, le corps frotté et le *conducteur* (1); le corps frotté est ordinairement un plateau de verre de forme circulaire; les frottoirs sont de petits coussins remplis de crin et couverts d'une peau enduite d'un amalgame métallique; le crin agit comme ressort et presse les frottoirs contre le verre; le *conducteur* est un assemblage de cylindres creux en cuivre, terminés par des bras qui s'étendent vers les

(1) Il serait mieux nommé, *réservoir particulier*, en conservant le mot de *réservoir commun* pour indiquer la masse terrestre.

bords du plateau de verre ; les coussins sont fixés à deux montants en bois parallèles ; le plateau de verre est traversé dans son centre par un axe qui porte sur les mêmes montants, et tout l'appareil est établi sur une table en bois qui est isolée du réservoir commun par des pieds de verre enduits de résine.

La machine étant ainsi disposée, pour la mettre en jeu, on établit la communication des coussins avec le réservoir commun, on fait tourner le plateau au moyen d'une manivelle fixée à son axe, et le conducteur se charge d'électricité positive ; pour obtenir de l'électricité négative, on fait communiquer le conducteur avec le réservoir commun ; la manivelle fixée à l'axe étant en verre enduit de résine, l'agent qu'on y applique pour faire tourner le plateau, ne communique pas avec la machine et les coussins deviennent une source d'électricité négative, qu'on peut recueillir sur un conducteur isolé du réservoir commun et qui communique avec ces coussins ; il est à remarquer que la tension de l'électricité négative qui s'écoule des frottoirs, est à peu près égale à celle de l'électricité positive dont on charge le conducteur.

Les deux corps qui, dans cette machine s'électrisent par frottement, sont le verre et l'amalgame métallique ; quelle que soit la nature des corps frottés, l'électricité de l'un étant positive, celle de l'autre est négative ; quelques différences dans

l'arrangement intérieur des molécules des corps, dans leur dureté, leur couleur, changent la nature de l'électricité produite par le frottement; si on frotte verre contre verre, soie contre soie, métal contre métal, on obtient sur l'un des corps l'électricité positive, et sur l'autre, quoique de même nature, l'électricité négative.

La tension du fluide électrique, produite par le frottement, dépend de la nature des substances frottées; on a recherché celles pour lesquelles cette tension est la plus élevée, et on les a employées dans les machines électriques; la propriété qu'a le verre frotté sur l'amalgame métallique de donner de l'électricité d'une grande tension, n'est pas la seule qui en ait déterminé l'emploi; il faut de plus qu'il soit de la nature des mauvais conducteurs; tant que le plateau est en présence des frottoirs, il se manifeste très-peu de fluide électrique, parce que les électricités positive et négative se neutralisent presque totalement; il faut donc les séparer et renouveler souvent les contacts pour obtenir la plus grande quantité possible de fluide électrique; dans cette opération, le plateau doit conserver le fluide électrique dont il est chargé, depuis l'instant où il quitte le frottoir jusqu'à ce qu'il ait transmis ce fluide au conducteur; ce qui n'aurait pas lieu si la substance du plateau n'était pas du genre des mauvais conducteurs. Ainsi un plateau métallique frotté contre la laine donnerait une électricité d'une tension plus

grande que celle qui résulte du verre frotté contre l'amalgame; il ne conviendrait pas aux machines électriques, parce qu'à peine quitterait-il le frottoir, que l'air, qui est rarement sec, lui enlèverait la plus grande partie du fluide électrique dont il serait chargé; le verre même quand il est échauffé par le frottement, ou qu'il est dans un air un peu humide, conserve difficilement son électricité.

C'est par cette raison qu'on obtient des machines électriques, un effet presque double en faisant tourner le plateau entre deux taffetas enduits d'un vernis résineux, qu'on a fixé dans l'espace qui s'étend d'abord des frottoirs supérieurs au premier bras du conducteur, et ensuite des frottoirs inférieurs au second bras de ce même conducteur.

On remarque dans la machine électrique plusieurs effets de l'influence; après un certain nombre de tours du plateau sur les frottoirs, la tension de l'électricité sur chaque point de la surface du conducteur est à-peu-près constante, mais il s'en faut bien qu'elle soit la même dans toute l'étendue de cette surface; le fluide électrique du plateau repousse le fluide électrique des bras du conducteur dont il n'est séparé que par une mince couche d'air, et le force à se porter vers l'extrémité du conducteur la plus éloignée des frottoirs, ensorte qu'à cette extrémité, la tension du fluide est beaucoup plus grande qu'en tout autre point de la surface du conducteur; cette augmentation de tension devient plus sensible à me-

sure qu'on augmente la longueur du conducteur.

Le plateau de verre mobile s'électrisant sur les deux faces par lesquelles il touche les frottoirs, la répulsion des fluides de même espèce favorise la transmission de l'électricité du plateau sur le conducteur.

La manière de mettre en jeu une machine électrique, quelles que soient les substances *frottée* et *frottante*, est fondée sur ce principe, *que la première des deux substances ne peut devenir source effective de l'un des fluides électriques, que la seconde ne soit en même-temps source effective de l'autre fluide*; d'où il suit qu'il y a deux moyens de charger d'électricité un condensateur tel qu'une batterie ou jarre électrique; le premier moyen, celui qui est en usage, consiste à mettre l'une des armures en communication avec la substance frottée ou frottante, tandis que l'autre armure et la substance frottée ou frottante communiquent avec le réservoir commun. D'après ce qui a été dit sur les condensateurs (*pag. 45*), la tension de l'électricité sur l'armure qui a communiqué avec le réservoir commun, est moindre que sur l'autre armure.

Le second moyen consiste à isoler le condensateur, comme on a isolé la machine électrique, et à faire communiquer les armures du condensateur, l'une avec la substance frottante et l'autre avec la substance frottée; la tension des électricités qu'on accumule ainsi sur les deux armures, est à-peu-près de même intensité.

Lorsqu'on charge le condensateur par le premier moyen, des deux fluides électriques P et N qu'on produit, P passe dans l'une des armures du condensateur, et N au réservoir commun; en même-temps l'autre armure s'électrise par l'influence du fluide P; en employant le second moyen, tout est isolé du réservoir commun, et chacun des fluides se condense sur l'armure avec laquelle il est en communication.

## DE L'ÉLECTRICITÉ PRODUITE PAR LE SIMPLE CONTACT.

---

*Du couple électrique.*

On a vu (*page 21*) que le contact donne à certaines substances des propriétés électriques, et que parmi ces substances on avait distingué les deux métaux *zinc* et *argent* ou *zinc* et *cuivre*; l'électricité acquise par chacun de ces métaux est encore d'une trop faible tension pour attirer ou repousser les corps même les plus légers, elle ne devient sensible qu'après avoir été recueillie sur le disque du condensateur décrit (*pag. 51*); la condensation de cette électricité peut se faire de trois manières, et toutes trois sont fondées sur ce principe: *que deux substances qui s'électrisent par contact, acquièrent les deux especes d'électricités, et que la première substance ne peut devenir source effective de l'un des fluides électriques, que la seconde n'abandonne l'autre fluide.*

*Première maniere.* Le plateau de bois communique avec le réservoir commun ; le disque métallique séparé du plateau par une legere couche de vernis, touche l'une des extrémités d'un morceau de zinc dont l'autre extrémité communique au réservoir commun ; en quelques instants le disque se charge d'une électricité assez intense pour faire écarter les fils de l'électrometre.

*Seconde maniere.* Le plateau de bois communique encore avec le réservoir commun , et le disque métallique est posé sur la couche de vernis ; on applique, l'un contre l'autre, deux plans, l'un de zinc et l'autre de cuivre , et on les tient dans cette position au moyen de supports isolans ; les ayant séparés, on touche avec le plan de cuivre le disque du condensateur, qui est aussi de cuivre ; après avoir fait communiquer le plan de zinc avec le réservoir commun , on l'applique de nouveau contre le plan de cuivre, on touche encore le disque du condensateur avec le dernier plan, et par une suite d'opérations semblables ce disque s'électrise.

A ces deux moyens d'accumuler l'électricité qui résulte du contact des deux substances , il faut en ajouter un troisieme ; le condensateur étant isolé , une piece de zinc communique avec le dessous du plateau inférieur de cet instrument ; tandis qu'une piece de cuivre, en contact avec la piece de zinc, communique avec le disque métallique ; l'électricité s'accumule dans ce dernier dis-

que, quoique la communication avec le réservoir commun n'ait pas lieu; cette communication n'est pas nécessaire, parceque le fluide positif du zinc passe dans le plateau inférieur.

On a supposé, dans ce qui vient d'être dit, que le disque métallique du condensateur était de cuivre, et on l'a chargé de l'électricité négative de la piece de cuivre; s'il était de zinc, on le chargerait, de la même maniere, de l'électricité positive de la piece de *zinc*: néanmoins il n'est pas nécessaire, pour charger le disque du condensateur positivement, qu'il soit en zinc; lorsque ce disque est de cuivre, la piece de zinc se trouve placée entre deux métaux de même espece, et tout l'effet électrique résultant du contact est détruit; mais Volta a fait *l'observation extrêmement importante* qu'en séparant le disque et la piece de zinc par un drap mouillé d'eau ou de différents autres liquides, l'action électromotrice du couple continuait, et que le conducteur humide permettait au fluide positif du zinc de passer dans le disque du condensateur.

La premiere maniere de charger le condensateur fait voir que le contact du cuivre et du zinc détruit dans ces métaux l'équilibre d'électricité; que le fluide électrique de l'un s'accumule sur le disque, tandis que le fluide de l'autre passe au réservoir commun. Mais on pourrait croire que l'état électrique des deux métaux est déterminé par l'écoulement du fluide électrique; la seconde

manière de charger le condensateur prouve que cet écoulement n'est pas nécessaire, car les deux plans (cuivre et zinc) ayant été mis en contact et ensuite séparés, l'un est électrisé positivement et l'autre négativement; c'est pour les remettre tous deux dans l'état naturel, qu'après avoir porté l'électricité du plan *cuivre* sur le disque du condensateur, il est nécessaire de faire communiquer le plan *zinc* avec le réservoir commun.

Dans la troisième manière de charger le condensateur, le couple *cuivre* et *zinc* est isolé du réservoir commun, d'où l'on conclut qu'il est par lui-même une source constante de fluide électrique.

Lorsqu'on forme le couple électrique de deux disques métalliques qui sont de même forme et dans l'état naturel, la tension de l'électricité positive sur l'un est égale à la tension de l'électricité négative sur l'autre; on détruit cette égalité en faisant communiquer un seul de ces disques avec le réservoir commun ou avec un conducteur d'une certaine masse; ce disque perd une portion du fluide électrique, mais qui est très-limitée, à moins que par un moyen quelconque on n'enlève le fluide électrique du second disque; c'est ainsi qu'une bouteille de Leyde chargée, étant isolée, on peut la décharger en faisant communiquer successivement l'intérieur et l'extérieur de la bouteille avec le réservoir commun.

Quelle que soit la grandeur du condensateur dont on se sert pour recueillir l'électricité du

couple électrique, il est chargé instantanément, ce qui prouve que dans un temps très-court, et qu'on ne peut pas apprécier, le couple peut fournir par lui-même, et un nombre de fois indéfini, une grande quantité de fluide électrique; cette propriété du couple le distingue de la bouteille de Leyde. Ce condensateur ne contient qu'une quantité très-limitée de fluide électrique, cependant ses effets sont très-sensibles à cause de la grande tension des fluides qui y sont accumulés.

Tous les couples (cuivre et zinc), quelles que soient leurs dimensions, appliqués au même condensateur, le chargent également, c'est-à-dire, que la tension de l'électricité fournie par chacun d'eux au disque métallique est la même pour tous; de là on ne peut pas conclure que tous les couples soient des sources égales de fluide électrique; d'autres expériences prouvent que de deux couples, l'un à grandes, l'autre à petites dimensions, le premier est une source plus abondante que le second.

Volta est le premier (1) qui ait considéré le *couple électrique* comme une source d'électricité positive et négative; c'est à ce même phisicien qu'on doit cette combinaison des couples, qui a donné naissance à la nouvelle machine électrique, connue sous le nom de *pile électrique*, ou *appareil électromoteur*.

(1) Voyez sa lettre à Gren, Annales de Chimie, tom. XXIII. An 1797.

## PILE ÉLECTRIQUE.

*De la Pile électrique, ou appareil électro-moteur.*

L'appareil électro-moteur est composé de *couples électriques* superposés ; deux couples consécutifs sont séparés par une substance qui doit satisfaire à deux conditions, la première de conduire le fluide électrique d'une faible tension, la seconde de ne pas détruire la propriété électromotrice dans les deux couples qu'elle sépare ; Volta a indiqué plusieurs liquides tels que l'eau pure, l'eau acidulée, l'eau salée, etc., qui satisfont à ces deux conditions ; on a formé des piles en substituant aux liquides des substances seches, telles qu'une couche de colle d'amidon pur, d'amidon salé, etc.

L'action chimique de la substance placée entre les couples, produit ordinairement des effets électriques qui augmentent ou diminuent ceux de la pile, mais dans ce qui suit, on ne considère que la somme ou la différence de ces effets.

*De la pile électrique placée sur un isoloir.*

Supposons la pile formée de couples *cuivre et zinc*, séparés par des pièces de drap mouillé d'eau pure ; le cuivre du premier couple ne pouvant pas abandonner le fluide électrique qu'il acquiert par son contact avec le zinc, le zinc ne pourra

pas électriser la pièce humide qui le touche ; il en est de même d'un couple quelconque , d'où il suit que dans la pile isolée du réservoir commun , chaque couple demeure électrisé positivement et négativement.

Mais la pièce humide qui sépare deux couples consécutifs , n'empêche pas leur influence réciproque ; or , l'effet de cette influence est d'augmenter la tension du fluide électrique dans les parties les plus voisines ; donc dans la pile isolée la tension de l'électricité sur chaque couple *est plus élevée* qu'elle ne l'est sur ce même couple , quand il est hors la pile ; *elle croît avec le nombre des couples et ne paraît pas dépendre de leurs dimensions.*

Toutes les substances qui séparent les couples sont , par rapport aux métaux , des conducteurs d'électricité de seconde classe ; dans tous les essais qui ont été faits pour leur substituer des conducteurs de première classe , les effets de la pile se sont réduits à ceux d'un couple formé par les deux pièces extrêmes de cette pile , et on conçoit que l'influence qui produit l'augmentation de tension sur un couple quelconque n'aurait pas lieu , si les couples n'étaient pas séparés par un conducteur de seconde classe.

*De la pile électrique mise en action.*

Tout ce qu'on a dit de la manière de charger le condensateur avec un couple électrique , s'ap-

plique également à la réunion des couples qui forment la pile ; les extrémités de cette pile sont deux sources simultanées, l'une d'électricité positive, et l'autre d'électricité négative ; le fluide électrique ne peut s'écouler par l'extrémité positive, qu'il n'y ait en même temps écoulement par l'extrémité négative ; lorsque ces deux courants sont établis, chaque couple est électrisé positivement et négativement, comme dans la pile isolée.

Toutes les piles du même nombre de couples (*cui-vre et zinc*), quelles que soient leurs dimensions, étant appliquées au même condensateur, le char-gent également ; la tension de l'électricité obtenue sur le disque métallique est constante, mais l'égalité de tension ne prouve pas l'égalité dans les quantités de fluide électrique ; d'autres expériences prouvent que les piles dont les couples ont de grandes dimensions, sont des sources plus abondantes de fluide électrique que les piles à petites dimensions.

Quelle que soit la grandeur du condensateur, la pile le charge instantanément ; ce qui prouve que dans un temps très-court, et qu'on ne peut pas apprécier, elle donne une très-grande quantité de fluide électrique.

La pile placée sur le conducteur d'une machine électrique et électrisée positivement ou négativement, conserve la propriété électromotrice des deux fluides ; après avoir fait communiquer ses

extrémités avec le dessus et le dessous du condensateur, le disque métallique est chargé du fluide de l'extrémité positive ou négative, mais avant de séparer ce disque de la couche de vernis, il faut lui enlever l'électricité provenant de la machine électrique; le condensateur est dans cette circonstance comme une bouteille de Leyde chargée qui, étant placée sur le conducteur d'une machine électrique, s'électrise positivement ou négativement; on ne peut rendre sensible les électricités des armures qu'en leur enlevant le fluide qu'elles ont reçu de la machine.

La pile étant posée sur un isoloir, si l'on met une des extrémités en communication avec le réservoir commun, ou avec un conducteur d'une certaine masse, il y a écoulement de fluide électrique, mais il cesse bientôt, à moins que, par un moyen quelconque, on n'enlève le fluide électrique de l'autre extrémité; la pile, dans ce cas, se comporte comme le couple électrique (*Voyez pag. 59*). Le condensateur communiquant par le plateau inférieur au réservoir commun, et par le disque métallique à l'extrémité supérieure d'une pile isolée d'un grand nombre de couples, ce dernier disque s'électrise *sensiblement*; la partie de la pile qui est au-dessous du dernier couple supplée momentanément le réservoir commun, et favorise l'écoulement de l'électricité contraire à celle qu'on recueille sur le disque du condensateur.

La pile étant toujours supposée isolée, si on la

touche en un point quelconque , autre que celui du milieu de sa longueur , ce point peut être considéré comme l'extrémité de deux piles d'inégale longueur, et à courants contraires. Le disque d'un condensateur placé en ce point , reçoit à la fois deux électricités contraires qui se neutralisent en partie , ensorte qu'il ne peut indiquer que l'espece d'électricité qui provient d'un courant correspondant à la pile du plus grand nombre de couples ; d'où il suit qu'en plaçant le condensateur au centre d'une pile isolée , l'électricité du disque métallique doit être nulle.

*Du fluide électrique considéré comme agent  
mécanique et chimique.*

Le fluide électrique est constamment soumis à plusieurs forces qui se font rarement équilibre : la pression atmosphérique et l'adhérence aux molécules des corps électrisés tendent à le fixer ; mais quelque peu conducteur que soit le milieu dans lequel ces corps soient placés , il se fait un partage de fluide électrique qui détruit à chaque instant l'état d'équilibre ; ainsi l'air qui environne un corps électrisé s'électrise lui-même , il s'éloigne du corps pour faire place à de nouvel air ; ce mouvement devient très-sensible à l'extrémité d'une pointe placée sur le conducteur d'une machine électrique ; un moulinet dont les aîles sont frappées par l'air qui se renouvelle sans cesse autour de cette pointe , tourne avec une grande vitesse.

Un corps mobile isolé étant placé entre deux autres corps fixes, l'un électrisé et l'autre à l'état naturel, va successivement du premier au second ; le planétaire et le carillon électriques, offrent des exemples de cette espèce de mouvement.

De tous les effets mécaniques et chimiques produits par le fluide électrique, le plus remarquable est celui qui résulte du passage instantané d'une grande quantité de fluide à travers un corps conducteur ; la force répulsive des molécules électrisées l'emporte sur la force d'agrégation de ces molécules, et le corps éprouve une division complète ; c'est ce qui arrive souvent aux corps placés entre un nuage fortement électrisé et la terre ; ils sont décomposés par le fluide qu'ils transmettent de l'un à l'autre.

Le principal usage des batteries électriques est de répéter en petit et sans danger les effets souvent terribles de l'électricité atmosphérique ; on dispose un fil de fer très-fin, de manière qu'au moment de la décharge de la batterie il soit traversé par le fluide qui va d'une armure à l'autre ; l'agrégation des molécules métalliques ne résiste pas à la force répulsive de ces mêmes molécules électrisées, et le fil se divise en très-petits globules ; amené à cet état de division il s'enflamme dans l'air atmosphérique, comme l'acier qu'on a détaché du briquet avec la pierre à fusil.

Cette expérience réussit également avec des fils d'un autre métal que le fer ; la longueur des fils

qu'on brûle par ce moyen, dépend de la *quantité d'électricité* (pag. 28) contenue dans les batteries, et de la résistance des molécules métalliques à l'action répulsive du fluide électrique; cette combustion n'a lieu qu'en plaçant ces fils métalliques dans l'air atmosphérique, ou dans un autre air mêlé de gaz oxigène; s'ils sont dans un milieu formé de gaz qui ne soient pas propres à la combustion, ils rougissent et se fondent en globules. La cause de cette élévation de température n'est pas encore bien déterminée; les uns l'attribuent au fluide électrique même, qu'ils considèrent comme un être capable d'échauffer et d'éclairer, d'autres pensent qu'elle est due à la compression subite des molécules métalliques, qui force le calorique interposé à se dégager avec lumière.

Ce qui se passe dans les gaz qui ne sont pas propres à la combustion, a également lieu dans un liquide; un fil de plomb placé dans l'intérieur d'un petit tube de verre rempli d'alcool, rougit et se fond en globules.

L'étincelle qui part entre le conducteur d'une des plus petites machines électriques, et l'alcool ou l'éther, suffit pour enflammer ces liquides; la résine en poudre traversée par le fluide électrique qui passe d'une armure de bouteille de Leyde à l'autre, s'enflamme encore; l'élévation de température nécessaire pour enflammer ces corps, est due ou au fluide électrique même, ou au calorique qui résulte de la compression de l'air qui

les environne ; il paraît naturel de regarder cette compression comme la cause du bruit qui accompagne l'étincelle électrique ; le fluide électrique qui passe à travers un tube de verre dans lequel on a fait le vide , est lumineux ; il n'excite dans son passage aucun bruit , et un thermomètre très-sensible , placé dans l'intérieur du tube n'indique pas , même après un temps assez long , le plus petit changement de température.

De toutes les expériences qui ont été faites sur le fluide électrique , considéré comme agent chimique et mécanique , la plus importante par ses résultats est celle du *pistolet de Volta* ; c'est elle qui fit faire le premier pas vers la nouvelle théorie chimique ; voici en quoi elle consiste : on met dans un vase fermé par un bouchon de liège un mélange d'oxigène ou d'air atmosphérique et d'hydrogène ; ce vase est traversé par deux fils métalliques isolés et terminés en boules ; en faisant communiquer ces fils avec les deux armures d'une bouteille de Leyde , on excite une étincelle entre les boules qui les terminent ; dans le même instant la bouteille se décharge , le bouchon de liège s'échappe du vase , et on entend un bruit semblable à celui d'un coup de pistolet.

M. Monge , dans ses cours de physique à l'école du génie à Mézïeres , répétait cette expérience dans un vase de verre épais , disposé comme on vient de le dire ; mais l'orifice du vase , au lieu d'être fermé par un bouchon , plongeait dans l'eau ,

et il faisait observer à son auditoire, qu'après la décharge de la bouteille de Leyde, le vase se remplissait d'eau; d'où il concluait que les deux gaz hydrogène et oxigène s'étaient combinés, qu'ils formaient par leur combinaison un liquide dont la nature n'était pas encore connue; plusieurs circonstances retardèrent de quelques années l'exécution du projet qu'il avait formé de déterminer la nature de ce fluide. Ce n'est qu'en 1783 (1) qu'il fit la fameuse expérience de la composition de l'eau, à-peu-près dans le même temps que Cavendish en Angleterre, et Lavoisier à Paris; c'est à cette époque que l'eau cessa d'être considérée comme un corps simple, et qu'on détermina les proportions des gaz hydrogène et oxigène qui entrent dans sa composition.

L'étincelle électrique, excitée dans les gaz hydrogène et oxigène, détermine la composition de l'eau; la même étincelle excitée dans l'eau la décompose en ses deux gaz élémentaires; ce double effet est une des principales causes de l'imperfection des appareils inventés jusqu'à présent pour la décomposition de l'eau; cette expérience se répète facilement au moyen d'un petit appa-

(1) Le Mémoire de M. Monge, sur la composition de l'eau, a été lu en juin 1783, et imprimé quelques années après dans le volume de l'Académie de Paris, année 1783.

Les expériences de Lavoisier ont été lues à la Saint-Martin 1783, et en avril 1784; et imprimées dans le volume de 1781, qui était alors sous presse.

reil qui consiste en deux petits tubes de verre, traversés par des fils métalliques terminés en boules; ces tubes sont ouverts par une de leurs extrémités et fermés par l'autre; après les avoir remplis d'eau on les tient dans une position verticale, en les réunissant par les extrémités ouvertes; le tube supérieur peut être considéré comme une petite cloche plongée dans le tube inférieur qui lui sert de cuve; l'étincelle part entre les deux boules placées vers la jonction des tubes; les gaz qui se forment s'élevent aussitôt dans la partie supérieure du tube renversé, et on peut assez promptement en obtenir une quantité sensible; l'étincelle qui détermine la séparation des gaz, s'excite ou par une forte machine électrique, ou par des décharges successives d'une bouteille de Leyde.

Mais de tous les moyens de décomposer l'eau, le plus étonnant par sa simplicité est celui que présente la pile électrique: on arme ses extrémités de deux fils métalliques dont les extrémités plongent dans un vase d'eau, et à l'instant même on voit des bulles de gaz se dégager de chacun des fils; savoir, le gaz oxigene du fil correspondant au pôle positif, et le gaz hydrogene du fil correspondant au pôle négatif; lorsque le premier de ces fils est oxidable, l'oxigene s'y combine, et cesse de se dégager sous forme de gaz; il agit même dans cet état naissant sur l'or et sur le platine, mais beaucoup moins que sur les autres métaux.

Les grandes machines électriques offrent un moyen semblable de décomposer l'eau; on fait communiquer ce liquide au conducteur d'une de ces machines, par un fil métallique très-fin, renfermé dans un tube de verre, et aussitôt que la machine est en action, on aperçoit à l'extrémité du fil qui plonge dans l'eau, un dégagement de bulles d'air.

L'eau n'est pas la seule substance qu'on puisse composer ou décomposer à l'aide des piles électriques; ces appareils ont enrichi la chimie de plusieurs faits importants qui ont perfectionné la science, ou confirmé la théorie des chimistes français; en substituant à l'eau, qui reçoit un conducteur de chaque extrémité d'une pile, des dissolutions saturées de sels à bases métalliques tels qu'*acétite de plomb, sulfate de cuivre, nitrate d'argent*, etc., on obtient des réductions métalliques à l'extrémité du fil qui, dans la décomposition de l'eau dégage l'hydrogène; si à la place des dissolutions salines, on met de l'acide nitrique, de l'acide sulfurique, de l'ammoniaque, etc., ces substances se décomposent, et on en recueille les parties constituantes.

La décomposition des liquides par des conducteurs qui communiquent aux deux extrémités d'une pile, a lieu également sur les substances humides qui séparent les couples de cette pile; les éléments de ces substances se combinent avec les métaux dont les couples sont formés; les produits de la combinaison ne jouissent pas comme

les métaux de la faculté électromotrice, l'action de la pile décroît, et en peu de temps devient nulle; c'est pour remédier à cette grande imperfection des piles électriques, et pour obtenir des sources constantes d'électricité, qu'on a cherché à substituer des matières sèches aux substances humides qui séparent les couples; les piles à *couches d'amidon* remplissent assez bien cet objet, mais elles ne décomposent pas l'eau, elles n'agissent pas sur les organes des animaux vivants, c'est seulement par le condensateur qu'on peut reconnaître le fluide électrique qui s'en dégage (1).

Ritter a formé des piles qu'il a nommées *secondaires*, en superposant des disques d'un seul et même métal, et en les séparant par des pièces humides; ayant mis leurs extrémités en communication avec celle d'une pile ordinaire, il a remarqué qu'elles acquéraient les mêmes propriétés que celle-ci, qu'elles chargeaient le condensateur, qu'elles décomposaient l'eau, etc. mais que n'ayant pas en elles-mêmes la faculté électromotrice, tous ces effets étaient de très-peu de durée; Volta en a trouvé l'explication dans la décomposition de la substance humide, et a fait voir que par cette décomposition la pile secondaire se changeait momentanément en *pile active*. (*Voyez la Lettre de Brugnatelli, Journal de Van Mons.*)

(1) Une pile de cette espèce, formée de couples *cuivre et zinc*, conservée à l'École Polytechnique depuis trois ans, charge encore le condensateur.

*De l'usage des piles électriques pour l'inflammation  
des métaux.*

Toutes les piles électriques du même nombre de couples et formées des mêmes substances chargent également et dans le même temps le condensateur ; cette première observation pouvait faire croire que, quelles que fussent leurs dimensions , elles étaient des sources égales de fluide électrique ; les expériences faites à l'Ecole Polytechnique sur la combustion des métaux , ont prouvé que les quantités absolues de fluide électrique fournies par une pile dans un temps déterminé, dépendaient de la grandeur des couples dont cette pile était composée, et si le condensateur n'indique pas cette dépendance , c'est par la même raison qu'on ne peut pas comparer les quantités d'eau qui s'écoulent de sources abondantes , en recevant l'eau dans des vases qui s'emplissent instantanément.

La première pile qui ait été employée à la combustion des métaux était composée de huit couples ( cuivre et zinc ) dont chacune avait en longueur 0, <sup>m</sup> 27 sur 0, <sup>m</sup> 2 de largeur ; deux couples consécutifs étaient séparés par une pièce de drap mouillé d'une dissolution de muriate d'ammoniaque ; ayant fait communiquer la dernière plaque de la pile avec des fils de fer très-fins , tels qu'on les prépare pour des instruments de

musique, on a mis les extrémités de ces fils en contact, et on a observé l'effet de ce contact dans les différents gaz.

Dans l'air atmosphérique, une certaine longueur de fil de fer a rougi, s'est fondue en globules, s'est évaporée, et la portion du fil voisine de celle-là est devenue cassante.

Dans le gaz oxigene ces effets sont devenus encore plus sensibles et d'une plus longue durée.

Ces expériences (1) ayant fixé l'attention des phisiciens, on a imaginé plusieurs appareils pour les répéter; celui de Pepys est le plus généralement adopté; il a été décrit dans un journal anglais de février 1803 (nivose an 11); l'appareil de l'Ecole Polytechnique est semblable à celui-là, il est composé de 60 couples de cuivre et zinc des dimensions suivantes :

Longueur . . . . . 0, <sup>metre</sup> 18 ( 6 pouces 8 lig. )

Largeur . . . . . 0, . . 18.

Épaisseur { zinc, 0, <sup>m</sup> 005 } 0, 007.  
 { cuivre, 0, 002 }

Ces couples sont placées de champ, et retenus par un mastic dans des rainures d'une caisse en bois; l'intervalle entre chaque couple est de 0, <sup>m</sup> 006, ( 3 lignes ); on remplit ces intervalles d'une liqueur acide, par exemple, d'un mélange (dans le rapport de 16 à 1) d'eau et d'acide nitrique con-

(1) Elles ont été faites à l'Ecole Polytechnique, en floréal an 9; c'est par erreur que plusieurs journaux les ont attribuées au célèbre chimiste *Vauquelin*.

centré ; pour établir la communication des deux couples extrêmes , on place un conducteur ( fer ou platine ) dans chacun des intervalles remplis de liquide qui sont adjacents à ces couples , et on fait plonger les extrémités de ces conducteurs dans un vase qui contient du mercure.

On remarque qu'après avoir chargé le condensateur avec une pile , son action diminue considérablement , et qu'elle ne reprend son premier état qu'après quelques moments d'interruption ; cet effet est beaucoup plus sensible dans la combustion des fils métalliques ; chaque contact des extrémités des fils épuise momentanément le fluide électrique qui se dégage de l'appareil , et le temps nécessaire pour lui rendre toute son énergie est d'autant plus court , que la substance qui sépare les couples conduit mieux le fluide électrique.

Le grand appareil qu'on vient de décrire , produit , au moment où l'on a versé la liqueur acide entre les plaques , des effets étonnants de combustions métalliques ; lorsque son action électromotrice diminue , elle est néanmoins encore assez intense pour qu'un fil de fer , en communication avec les couples extrêmes , reste constamment rouge , jusqu'à ce qu'il soit entièrement oxidé .

*De l'action du fluide électrique sur les animaux vivants ou nouvellement tués.*

On comprend sous le nom de *Galvanisme* , tous les faits relatifs à l'action du fluide électrique sur

les animaux. Galvani, médecin de Bologne, a le premier (en 1786) appelé l'attention des phisiciens sur les électromoteurs; on savait depuis long-temps qu'en plaçant la langue entre l'étain et l'argent, et mettant ces deux métaux en contact, on éprouvait une saveur assez forte, tandis que chaque métal pris séparément, en produit une très-faible; ce fait étant seul de son genre, n'avait pas fixé l'attention; cependant Galvani observa qu'en dépouillant une grenouille vivante, et mettant à nu un des nerfs pour le placer entre une feuille d'étain et le fer d'une paire de ciseaux, la grenouille éprouvait, à chaque attouchement des deux métaux, des mouvemens convulsifs; cette expérience ayant été répétée et variée d'une infinité de manières, on trouva un grand nombre de faits nouveaux, que l'on chercha à lier par des théories; la première hypothèse qui se présenta fut celle d'un fluide particulier, que par reconnaissance pour *Galvani*, on nomma *Fluide galvanique*; d'autres phisiciens prétendirent que la théorie de l'électricité était suffisante pour rendre compte de tous les phénomènes galvaniques; de ce nombre fut Volta, qui publia son premier mémoire sur l'électricité animale, en 1797, et qui depuis a donné les appareils électromoteurs.

La pile électrique produit sur les animaux des effets semblables à ceux des batteries électriques; tenant d'une main l'une de ses extrémités et faisant communiquer l'autre extrémité à une par-

tie voisine de l'œil, on éprouve une sensation de lumière; on aperçoit une lueur semblable, mais moins forte, en plaçant sous la langue une pièce de zinc et sous la levre une pièce d'argent; en rapprochant ces métaux jusqu'à ce qu'ils se touchent, on croit voir une lumière vive; si on place la langue entre ces deux métaux, on éprouve une saveur assez forte.

Plusieurs médecins ont essayé d'appliquer l'appareil électromoteur à la guérison de quelques maladies, et principalement des paralysies, mais les effets de ce remède sont très-variables, et d'ailleurs comme ils ne sont pas du ressort de la partie physique de l'électricité, nous nous dispenserons d'en parler.

F I N.

---

DE L'IMPRIMERIE DE FIRMIN DIDOT, RUE  
DU REGARD, N<sup>o</sup> 1.