

petit nombre de degrés, ce qui ne doit pas étonner, puisque la divergence n'a lieu qu'en vertu de la différence de tension entre les deux armatures. Le nombre des jarres est, en général, de quatre, six ou neuf. Plus elles sont grandes et nombreuses, plus il faut de temps pour charger la batterie, mais plus ses effets sont puissants.

Pour décharger une batterie, on fait communiquer entre elles les deux armatures au moyen de l'excitateur, en ayant soin de toucher d'abord l'armature extérieure. On doit faire usage ici de l'excitateur à manches de verre, et prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter la commotion; car, avec une forte batterie, elle peut entraîner des accidents graves, et même la mort.

Quand on veut foudroyer un animal, un objet quelconque, on fait usage de l'*excitateur universel* dessiné sur le premier plan de la figure 512. C'est une petite caisse de bois portant deux colonnes de verre sur lesquelles sont fixées à charnière des tiges de cuivre. Entre ces colonnes est un pied de bois qui porte un petit plateau où se place l'objet ou l'animal sur lequel on veut expérimenter. Les deux tiges de cuivre étant dirigées vers cet objet, on fait communiquer l'une d'elles avec l'armature extérieure de la batterie, et l'autre avec une des boules de l'excitateur à manches de verre. Approchant alors la seconde boule de celui-ci vers l'armature intérieure, une étincelle part entre cette boule et l'armature, et une autre entre les branches de l'excitateur universel: c'est cette dernière qui foudroie l'objet ou l'animal placé sur le plateau.

654. **Électromètre condensateur de Volta.** — L'*électromètre condensateur*, imaginé par Volta, n'est autre chose que l'*électromètre* à feuilles d'or déjà décrit (633), rendu beaucoup plus sensible par l'addition de deux disques condensateurs. La tige de cuivre qui porte les petites feuilles d'or, au lieu d'être terminée, à la partie supérieure, par une boule de laiton, l'est par un disque de même métal, sur lequel s'applique un second disque semblable, mais à manche de verre. Les deux disques sont recouverts d'un vernis à la gomme laque, qui les isole.

Pour rendre sensibles, au moyen de cet électromètre, des quantités d'électricité même très-faibles, on fait communiquer le corps sur lequel on veut reconnaître la présence de l'électricité, avec l'un des plateaux, qui prend alors le nom de *plateau collecteur*, et l'on met l'autre plateau en communication avec le sol, en le touchant avec le doigt légèrement mouillé (fig. 513). L'électricité du corps soumis à l'expérience, se répandant alors sur le plateau collecteur, agit, au travers du vernis, sur le second plateau et sur la

main, pour repousser dans le sol l'électricité de même nom et attirer celle de nom contraire. Les deux fluides s'accablent donc sur les deux plateaux, absolument comme dans le condensateur d'Épinus (646), mais sans qu'il y ait divergence des feuilles d'or,

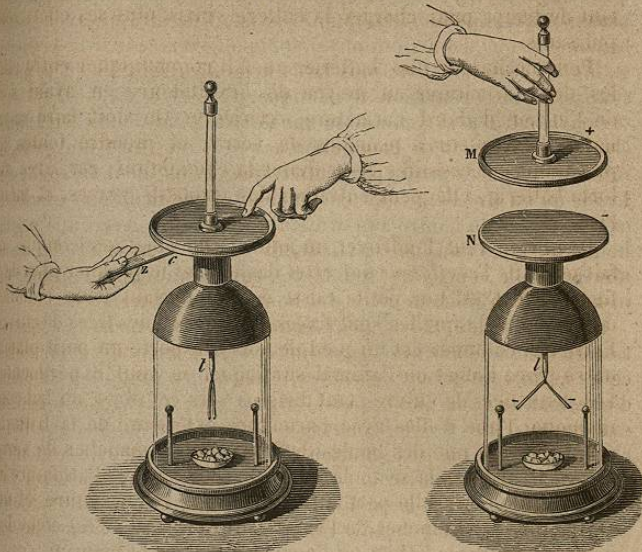


Fig. 513.

Fig. 514 (h = 48).

parce que toute l'électricité est accumulée dans les plateaux. L'appareil ainsi chargé, on retire le doigt d'abord, puis la source d'électricité, sans qu'on observe encore aucune divergence; mais si l'on enlève le plateau supérieur (fig. 514), l'électricité du second plateau se distribuant également sur la tige et sur les feuilles d'or, celles-ci divergent très-fortement. On augmente la divergence en adaptant au pied de l'appareil deux tiges de cuivre terminées par des boules de même métal, en s'électrisant par l'influence des feuilles d'or, réagissent sur elles.

EFFETS DIVERS DE L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE.

655. **Effets physiologiques.** — Les effets de l'électricité statique se divisent en *effets physiologiques, lumineux, calorifiques, mécaniques et chimiques.*

Les effets physiologiques sont ceux que l'électricité produit sur les êtres vivants ou même récemment privés de la vie. Ils consistent, chez les premiers, en une excitation violente qu'exerce le fluide électrique sur la sensibilité et la contractilité des tissus organiques qu'il traverse, et, chez les derniers, en contractions musculaires brusques qui simulent le retour à la vie. Il ne sera question, pour le moment, que des actions physiologiques exercées par l'électricité statique à forte tension; plus tard, nous décrirons les effets physiologiques de l'électricité dynamique.

On connaît déjà la commotion que donne l'étincelle de la machine électrique (612). Cette commotion acquiert une bien plus grande intensité et un caractère particulier, quand c'est de la bouteille de Leyde qu'on tire l'étincelle, en touchant d'une main son armature extérieure et de l'autre son armature intérieure. Avec une petite bouteille, la commotion se fait sentir jusque dans le coude; avec une bouteille d'un litre, on la ressent jusque dans l'épaule, et jusque dans la poitrine avec des bouteilles plus grandes.

La bouteille de Leyde peut donner simultanément la commotion électrique à un très-grand nombre de personnes. Pour cela, celles-ci doivent former la chaîne, c'est-à-dire se donner la main d'une manière continue; puis, la première touchant l'armature extérieure d'une bouteille chargée d'avance, et la dernière touchant en même temps le bouton de l'armature intérieure, toutes reçoivent simultanément la commotion, qu'on peut graduer à volonté en chargeant plus ou moins la bouteille. L'abbé Nollet donna ainsi la commotion à trois cents hommes, qui la ressentirent en même temps, d'une manière violente, dans les bras et la poitrine. Dans cette expérience, on a observé que les hommes qui sont au milieu de la chaîne éprouvent une commotion moins vive que ceux qui sont rapprochés de la bouteille.

Avec les grandes bouteilles de Leyde et les batteries, la commotion ne peut plus se recevoir impunément. Priestley a tué des rats avec des batteries dont chaque armature avait une surface totale de 63 décimètres carrés, et des chats avec des armatures dont la surface était de 3 mètres carrés et demi.

656. **Effets lumineux, ouf électrique.** — La recombinaison des deux électricités à forte tension s'opère toujours avec un dégagement de lumière plus ou moins intense : c'est ce qui arrive quand on tire des étincelles de la machine électrique, de la bouteille de Leyde et des batteries. L'éclat de la lumière est d'autant plus vif, que les corps entre lesquels a lieu l'explosion sont meilleurs conducteurs, et sa couleur varie non-seulement avec la nature de ces corps, mais avec l'atmosphère ambiante et la pression.

L'étincelle qui éclate entre deux baguettes de charbon est jaune; entre deux boules de cuivre argentées, elle est verte; avec des boules de bois ou d'ivoire, elle est cramoisie. Dans l'air, à la pression ordinaire, la lumière électrique est blanche et brillante; dans un air raréfié, elle est rougeâtre; dans le vide, elle est violacée, ce qui provient de ce que plus la résistance qui s'oppose à la recom-

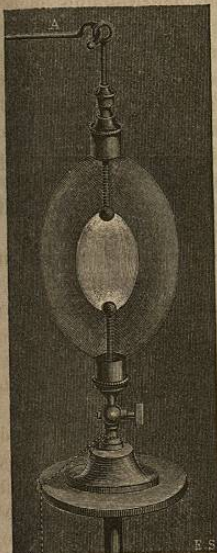


Fig. 515 (h = 60).

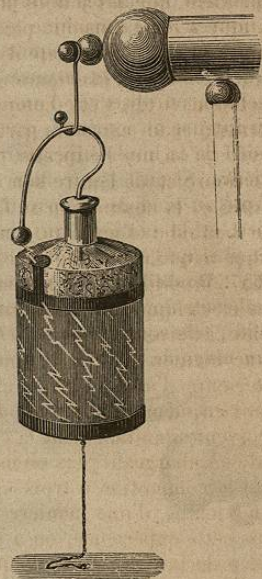


Fig. 516.

position des deux électricités est faible, moins l'électricité acquiert de tension. Dans l'oxygène, l'étincelle est blanche de même que dans l'air; dans l'hydrogène, elle est rougeâtre, et verte dans la vapeur de mercure; dans l'acide carbonique, elle est verte; dans l'azote, elle est bleue ou pourpre, et accompagnée d'un bruit particulier. En général, l'étincelle a d'autant plus d'éclat, que la tension est plus grande. M. Fusinieri ayant fait voir que, dans l'explosion de l'étincelle électrique, il y a toujours transport de particules matérielles à un état de ténuité extrême, on doit en conclure que les modifications que présente la lumière électrique sont dues à la matière pondérable transportée.

On étudie les effets de la pression plus ou moins forte de

l'air, sur l'éclat de la lumière électrique, au moyen de l'*air électrique*. On nomme ainsi un globe de verre porté sur un pied de cuivre, dans lequel sont deux tiges de laiton terminées en boule (fig. 515). La tige inférieure est fixe, et la tige supérieure glisse à frottement dans une boîte à cuir, de manière à pouvoir être approchée ou écartée à volonté. Le vide étant fait dans le globe, au moyen de la machine pneumatique, sur laquelle il peut se visser, on fait communiquer la tige supérieure avec une forte machine électrique, et le pied avec le sol. Si l'on charge alors la machine, on observe, d'une boule à l'autre, une lumière violacée, peu intense et continue, qui est due à la recomposition du fluide positif de la boule supérieure avec le fluide négatif de la boule inférieure. Si on laisse rentrer l'air peu à peu, à l'aide d'un robinet adapté au pied de l'appareil, la tension augmente avec la résistance, et la lumière, qui redevient blanche et brillante, n'apparaît plus que sous la forme de l'étincelle ordinaire.

657. **Bouteille, tube et carreau étincelants.** — On a imaginé de nombreux appareils pour montrer les effets lumineux de l'électricité; tels sont la *bouteille étincelante*, le *tube étincelant*, le *carreau magique*.



Fig. 517.

La *bouteille étincelante* est une bouteille de Leyde dont l'armature extérieure est formée d'une couche de vernis sur laquelle on a déposé une poussière métallique. Une bande d'étain, collée au bord inférieur de la bouteille, est en communication avec le sol, au moyen d'une chaîne de métal (fig. 516); une seconde bande placée plus haut porte un appendice arrivant à deux centimètres environ du crochet, qui est très-recourbé. Cette bouteille étant suspendue à la machine électrique, à mesure qu'elle se charge, l'étincelle part entre le crochet et l'armature, et de longues et brillantes étincelles éclatent sur tout le contour de l'appareil.

Le *tube étincelant* est formé d'un tube de verre d'un mètre de longueur environ, dans lequel on a collé une série de petites feuilles d'étain taillées en forme de losanges, et disposées en hélice tout le long du tube, de manière à ne laisser entre elles que des

solutions de continuité fort petites. Aux extrémités sont deux viroles de cuivre avec crochet, communiquant avec les deux bouts de l'hélice. Si, tenant le tube par un bout, on présente l'autre à la machine électrique, comme le montre la figure 517, des étincelles jaillissent simultanément à chaque solution de continuité, et produisent une brillante traînée lumineuse, surtout dans l'obscurité.

Le *carreau magique*, fondé sur le même principe que le tube étincelant, se compose d'un carreau de verre ordinaire sur lequel

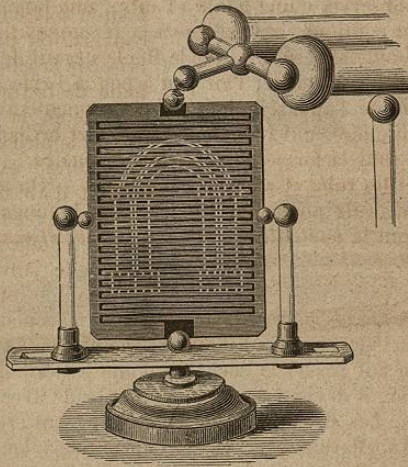


Fig. 518 (h = 41).

est collée une bande d'étain très-étroite, se repliant un grand nombre de fois parallèlement à elle-même, comme le montre le trait noir représenté dans la figure 518. Sur cette bande d'étain, on pratique, avec un instrument tranchant, des solutions de continuité très-petites, disposées de manière à représenter un objet déterminé, par exemple, un portique, une fleur, etc.; puis, fixant le carreau entre deux colonnes de verre, on met l'extrémité supérieure de la bande d'étain en communication avec la machine électrique, et l'autre extrémité avec le sol. Tournant alors le plateau de la machine, l'étincelle jaillit à chaque solution de continuité, et reproduit, en traits de feu, l'objet qu'on a figuré sur le verre.

658. **Effets calorifiques.** — L'étincelle électrique n'est pas seulement lumineuse, elle est aussi une source de chaleur très-intense.

En traversant les liquides combustibles, comme l'alcool, l'éther, elle les enflamme; elle agit de la même manière sur la poudre à canon, la résine pulvérisée, et fond même les métaux, mais alors il faut une batterie puissante. Une bouteille de Leyde ordinaire suffit pour enflammer l'alcool ou l'éther, au moyen du petit appareil que représente la figure 519. C'est un petit vase de verre dont le fond est traversé par une tige de cuivre à bouton, fixée

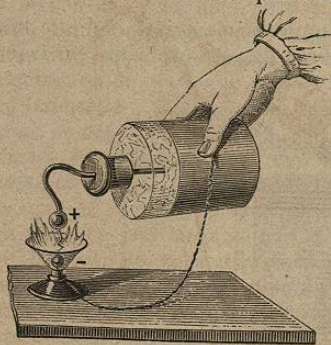


Fig. 519 (h = 23).

à un pied de même métal. Ayant versé le liquide dans le vase de manière que le bouton soit entièrement recouvert, on présente à celui-ci le crochet d'une bouteille de Leyde chargée, en ayant soin de faire communiquer le pied de cuivre avec l'armature extérieure au moyen d'un fil métallique. Ce fil et le pied du vase remplissant l'office d'excitateur, l'étincelle jaillit au travers du liquide et l'enflamme.

Avec l'éther, l'expérience réussit très-bien; mais pour réussir facilement avec l'alcool, il faut d'avance chauffer un peu le liquide.

Lorsqu'on fait passer la décharge d'une batterie dans un fil de fer ou d'acier, il devient rouge blanc, et brûle avec une lumière éblouissante. Les fils de platine, d'or, d'argent, sont fondus et volatilisés. Van Marum, avec une forte machine à deux plateaux et une puissante batterie, a fondu un fil de fer de 16 mètres de longueur.

Si l'on soumet à la décharge d'une batterie une feuille d'or isolée entre deux lames de verre ou entre deux rubans de soie, l'or est volatilisé, et l'on a pour résidu une poudre violette qui n'est autre chose que de l'or très-divisé. C'est ainsi qu'on obtient les *portraits électriques*.

659. Effets mécaniques. — Les effets mécaniques sont des déchirements, des ruptures, des expansions violentes, qui résultent, dans les corps peu conducteurs, du passage d'une forte décharge électrique. Le verre est percé; le bois, les pierres, sont brisés; les gaz et les liquides sont fortement ébranlés. Les effets mécaniques de l'étincelle électrique se démontrent au moyen de différents appareils, qui sont le *perce-verre*, le *perce-carte*, le *thermomètre de Kinnersley* et l'*excitateur universel*.

Le *perce-verre*, représenté dans la figure 520, se compose de

deux colonnes de verre qui supportent, au moyen d'une traverse horizontale, un conducteur B, terminé en pointe. La lame de verre A, qu'il s'agit de percer, repose sur un cylindre isolant, de verre, dans lequel est un second conducteur aussi terminé en pointe. Celui-ci étant mis en communication, par un fil métallique, avec

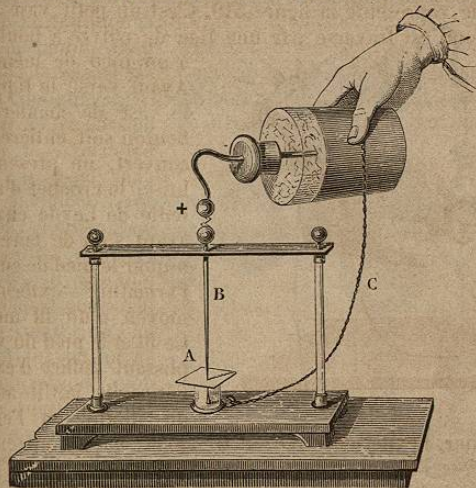


Fig. 520 (h = 23).

l'armature extérieure d'une forte bouteille de Leyde, on approche le crochet de la bouteille du bouton qui termine le conducteur B. L'étincelle éclate alors entre les deux conducteurs, et le verre est percé. Toutefois cette expérience ne réussit avec une bouteille de Leyde un peu forte qu'autant que la lame de verre est assez mince; autrement il faut faire usage d'une batterie. Le même appareil sert très-bien de *perce-carte*.

L'ébranlement et l'expansion subite que l'étincelle fait naître dans les gaz se démontrent au moyen du thermomètre de Kinnersley. Cet appareil se compose d'un fort tube de verre mastiqué, à ses deux bouts, dans des garnitures de cuivre qui ferment hermétiquement et supportent deux conducteurs terminés en boule, l'un fixe, l'autre glissant à volonté dans une boîte à cuir (fig. 521). Sur le côté de l'appareil est un second tube ouvert à sa partie supérieure. Ayant dévissé la boîte à cuir, on verse de l'eau dans le gros tube jusqu'à ce que le niveau se trouve un peu au-dessous de la boule inférieure; serrant alors la boîte à cuir, on fait passer la dé-

charge d'une bouteille de Leyde entre les deux boules, en s'y prenant comme le montre le dessin. L'eau, instantanément refoulée hors du gros tube, s'élève de deux centimètres environ dans le petit; mais le niveau se rétablit aussitôt, ce qui montre que le phénomène n'est point dû à une élévation de température, et que la



Fig. 321 (h = 28).

dénomination de thermomètre donnée à l'appareil est fautive. L'excitateur universel, déjà décrit en parlant des batteries, et représenté dans la figure 512, sert aussi à obtenir des effets mécaniques. Veut-on, par exemple, faire éclater un morceau de bois, on le place sur le petit plateau où l'on a figuré un oiseau, en lui faisant toucher les deux boules des conducteurs. Faisant alors passer la décharge, le morceau de bois vole en éclats.

660. **Effets chimiques.** — Les effets chimiques de l'électricité sont des combinaisons et des décompositions que détermine l'étincelle électrique lorsqu'elle traverse les corps. Par exemple, quand deux gaz sont mélangés à peu près dans le rapport suivant lequel se fait leur combinaison, une seule étincelle suffit pour la déterminer; mais si le mélange est loin de ce rapport, la combinaison exige une longue série d'étincelles. Priestley reconnut, le premier, que lorsqu'on fait passer pendant longtemps des étincelles électriques au travers d'une quantité déterminée d'air atmosphérique, le volume d'air diminue, et de la teinture de tournesol, introduite dans le vase qui le contient, rougit. Cavendish, ayant répété cette expérience avec soin, trouva qu'il se formait, en présence de l'eau ou des bases, de l'acide azotique résultant de la combinaison de l'oxygène et de l'azote de l'air.

Un grand nombre de gaz sont décomposés par l'action successive de l'étincelle électrique. L'hydrogène carboné, l'acide sulfhydrique, l'ammoniaque, le sont complètement; l'acide carbonique ne l'est qu'en partie, en oxygène et en oxyde de carbone. L'étincelle

des machines décompose même les oxydes, l'eau et les sels; toutefois l'électricité statique est loin de présenter des effets chimiques aussi énergiques et aussi variés que l'électricité dynamique.

661. **Pistolet de Volta.** — Le *pistolet de Volta* est un petit appareil qui sert à démontrer les effets chimiques de l'étincelle électrique. Il se compose d'un vase de fer-blanc (fig. 522), dans lequel on introduit un mélange détonant formé de 2 volumes d'hydrogène et de 1 volume d'oxygène, puis on le ferme hermétiquement avec un bouchon de liège. Sur la paroi latérale est une tubulure dans laquelle passe une tige métallique terminée par deux petites

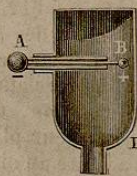


Fig. 522.

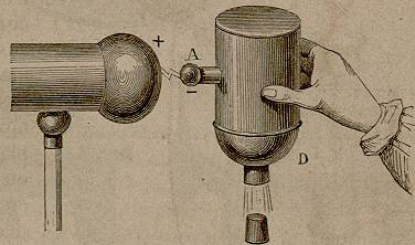


Fig. 523 (h = 14).

boules A et B, et mastiquée dans un tube de verre, qui l'isole du reste de l'appareil. Tenant celui-ci à la main, comme le représente la figure 523, on l'approche de la machine électrique. Le bouton A s'électrisant alors négativement par influence, et le bouton B positivement, l'étincelle part entre le bouton A et la machine, et, dans le même instant, une deuxième étincelle jaillit entre le bouton B et la paroi du vase qui communique avec le sol par la main. C'est cette dernière étincelle qui détermine la combinaison des deux gaz. Cette combinaison étant accompagnée d'un vif dégagement de chaleur (417), la vapeur d'eau qui prend naissance acquiert une force expansive telle, que le bouchon est projeté avec une détonation analogue à celle d'un coup de pistolet.

662. **Eudiomètre.** — L'*eudiomètre*, dont on se sert, en chimie, pour faire l'analyse des gaz, est encore un appareil fondé sur les effets chimiques de l'électricité.

On a modifié cet appareil de plusieurs manières. La figure 524 représente l'eudiomètre le plus simple. Il se compose d'une éprouvette de cristal, à paroi très-épaisse. L'extrémité fermée de l'éprouvette est traversée par une tige de fer ou de laiton terminée par deux boules *m* et *n*, l'une extérieure, l'autre intérieure. Près de la boule intérieure *n* en est une seconde *a*, à laquelle est fixé un fil

de fer ou de laiton, qui est contourné en hélice, et se prolonge jusqu'à la partie ouverte de l'eudiomètre.

Pour faire, avec cet instrument, l'analyse d'un mélange gazeux, de l'air par exemple, on le remplit d'abord d'eau; puis on le renverse ainsi rempli d'eau sur une cuve à eau, et l'on y fait passer, à l'aide d'un entonnoir, 100 parties d'air et 100 parties d'hydrogène,

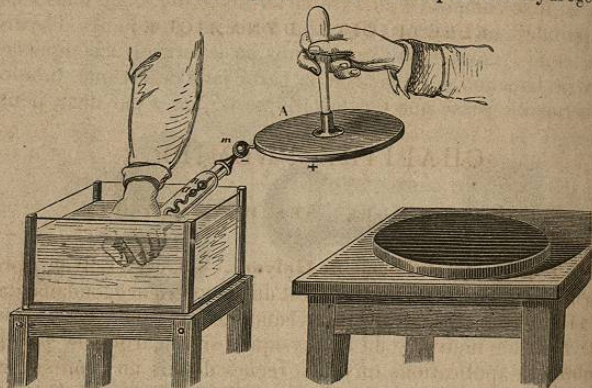


Fig. 524.

qu'on a mesurées avec un tube gradué. On ferme ensuite l'eudiomètre avec le pouce, comme le montre la figure, en ayant soin de mettre celui-ci en contact avec le fil en hélice qui est dans l'intérieur de l'eudiomètre. Si un aide approche alors le plateau d'un électrophore (634) de la boule *m*, une étincelle part entre celle-ci et le plateau *A*, et en même temps une seconde étincelle éclate entre les deux boules *n* et *a*. C'est cette dernière étincelle qui détermine, avec une vive lumière, la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène qui sont dans l'eudiomètre, pour former de l'eau. Si l'on mesure alors, en le faisant passer dans un tube gradué, le gaz qui reste dans l'instrument, on trouve sensiblement que son volume est 137; il a donc disparu 63 parties des gaz mélangés. Or, comme on sait que l'eau est formée de 2 volumes d'hydrogène pour 1 d'oxygène, il s'ensuit que le tiers de 63, ou 21, est le volume d'oxygène contenu dans 100 parties d'air.

LIVRE X

ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

PILE VOLTAÏQUE; SES MODIFICATIONS.

663. **Expérience et théorie de Galvani.** — C'est à Galvani, professeur d'anatomie à Bologne, qu'est due l'expérience fondamentale qui a fait découvrir l'électricité dynamique (614), ou le *galvanisme*, cette branche nouvelle de la physique, si remarquable par les nombreuses applications qu'elle a reçues depuis un demi-siècle.

Galvani étudiait depuis plusieurs années l'influence de l'électricité sur l'irritabilité nerveuse des animaux, et particulièrement de la grenouille, lorsqu'en 1786, il eut occasion d'observer que les nerfs lombaires d'une grenouille morte s'étant trouvés en communication, par un circuit métallique, avec les muscles cruraux, ceux-ci se contractèrent vivement.

Pour répéter l'expérience de Galvani, on écorche une grenouille encore vivante, et on la coupe au-dessous des membres antérieurs (fig. 525); puis, après avoir mis à nu les nerfs lombaires, situés des deux côtés de la colonne vertébrale sous la forme de filets blancs, on prend un conducteur métallique formé de deux arcs, zinc et cuivre, et, introduisant l'un d'eux entre les nerfs et la colonne vertébrale, on fait toucher l'autre aux muscles de l'une des cuisses ou des jambes. A chaque contact, les muscles se replient et s'agitent, et cette moitié de grenouille semble reprendre vie pour sauter.

Galvani, qui déjà avait reconnu, dès 1780, que l'électricité des machines électriques produisait des commotions analogues sur les grenouilles mortes, attribua le phénomène que nous venons de décrire à l'existence d'une électricité inhérente à l'animal; il admit que cette électricité, qu'il désigna sous le nom de *fluide vital*, passait des nerfs aux muscles par l'arc métallique, et était alors la cause de la contraction.