

musée des arts et métiers

L E S C A R N E T S

ALESSANDRO VOLTA



« Cette masse en apparence inerte, cet assemblage bizarre est, quant à la singularité des effets, le plus merveilleux instrument que les hommes aient jamais inventé sans en excepter le télescope et la machine à vapeur ».
François Arago,
Éloge historique
de la pile, 1833.

1745 - 1827

L E S H O M M E S

Alessandro Volta

DE LA BOULE DE SOUFRE D'OTTO VON GUERICKE À LA PILE VOLTA

La boule de soufre électrisée

Otto von Guericke, bourgmestre de Magdebourg en Allemagne, aimait les sphères et les expériences spectaculaires: les hémisphères de Magdebourg sont célèbres; on sait moins qu'il inventa, en 1663, la première machine électrostatique constituée d'un globe de soufre tournant qui s'électrisait par frottement.



Boule de soufre électrisée par frottement

Une drôle de bouteille

À Leyde, en Hollande, vers 1745, Von Kleist et Van Musschenbroek reçoivent une violente décharge en touchant une bouteille remplie d'eau d'une main et la tige métallique traversant le bouchon et plongeant dans l'eau, de l'autre main. L'expérience

était douloureuse mais si séduisante qu'elle fut répétée par tous ceux que l'électricité intriguait et passionnait. Le premier condensateur entrainé dans l'histoire de l'électricité sous le nom de bouteille de Leyde; il permettait de stocker de l'électricité.



Batterie de bouteilles de Leyde

Le pouvoir des pointes

À Boston, Benjamin Franklin observe qu'un corps pointu peut, mieux qu'un autre, décharger un corps électrisé placé à quelque distance, ce qui va le conduire, un peu plus tard, en 1752, à la découverte du paratonnerre. Pour lui, l'électricité est une sorte de matière circulant d'un corps à un autre et se conservant en quantité. Cette conception n'expliquait pas la répul-

sion qui se fait entre corps chargés. Elle permettait néanmoins des analyses, en particulier celle de la bouteille de Leyde. Franklin établit le rôle que le verre y joue et il s'en inspire pour réaliser une « batterie » de condensateurs à plaques parallèles.



Un « élégant » parapluie - paratonnerre

Des expériences spectaculaires

L'abbé Jean Nollet, à Paris, construisait lui-même ses instruments et donnait des conférences publiques, avec expériences, devant une assistance nombreuse. Son ouvrage le plus célèbre, *Leçons de physique expérimentale*

(1743-1748), très bien illustré, présente clairement les dernières découvertes. Il a connaissance et fait usage de la bouteille de Leyde pour électriser divers corps et présenter ses expériences spectaculaires devant la Cour et dans les Salons. C'était drôle, étrange et joli, mais ne durait que le temps d'une décharge.

L'électricité, un drôle de phénomène.

Henry Cavendish, à Londres, déduit de certains phénomènes la loi exacte de l'attraction et de la répulsion entre corps électrisés mais ne fait aucune publication. Charles Coulomb énonce, en 1785, la loi qui porte son nom, elle permet de calculer la force qui s'exerce entre deux corps porteurs de charges électriques. La théorie progresse, mais l'électricité n'est toujours que prétexte à expériences ou divertissement, sans applications pratiques. Avec Volta et la pile, tout cela va changer.

Alessandro Volta

UNE VIE

■ Les années d'enfance

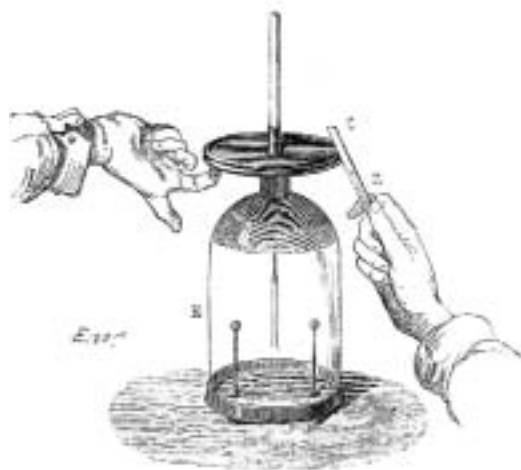
Alessandro Volta naît le 17 février 1745, à Côme, en Italie, au numéro 62 de la rue qui porte maintenant son nom. Il est le septième enfant de Maria Maddelena, descendante des comtes Inghazi, et de Filippo Volta. Il passe ses premières années dans un tel silence qu'on le croit muet jusqu'au jour où, par un non, clair et sonore, il refuse une potion amère qu'on voulait lui faire boire. Très jeune, il perd son père. Avec sa mère et trois de ses sœurs, il va habiter chez l'oncle Alessandro qui les accueille chaleureusement et prend soin de l'éducation des enfants.

■ Un jeune homme passionné de sciences

À 17 ans, c'est un jeune homme cultivé. Il écrit des poèmes en latin et en français et fréquente des cercles savants. Il étudie avec enthousiasme les « sciences naturelles » et, par-dessus tout, ce qui concerne les phénomènes électriques. Ami de classe de Cesare Gattoni, passionné de physique comme lui, il étudie et travaille dans le cabinet de curiosités de Cesare ; là, ils disposent de livres et d'instruments scientifiques. Dès 1763, il correspond avec l'abbé Nollet à qui il présente une théorie sur les phénomènes électriques. Cette théorie sera par la suite abandonnée, mais Nollet l'encourage à poursuivre ses travaux.

■ Enseignement, recherches et voyages

Ses premiers écrits ont été remarqués et lui valent d'être nommé, en 1774, principal du Collège Royal de Côme. En 1778, il devient professeur de physique expérimentale à l'Université de Pavie. Dans le cadre de ses activités et recherches scientifiques, il entreprend, en 1777, 1781-1782 et en 1783 des voyages d'études dans différents pays d'Europe, où il rencontre les grands esprits de l'époque : Haller, médecin et biologiste

*Électroscope et électrophore*

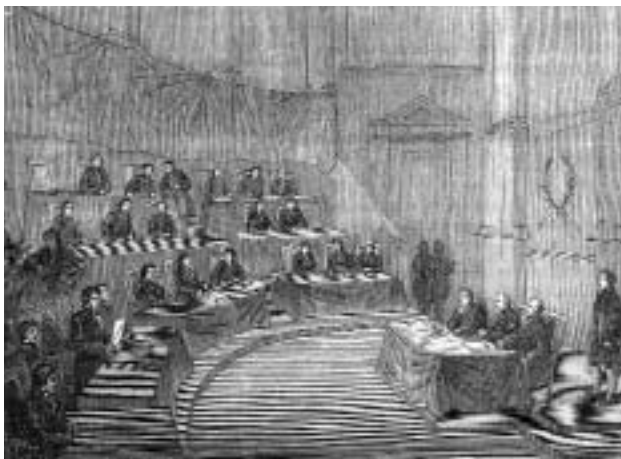
à Berne, Voltaire à Ferney, le géologue et physicien suisse Bénédicte de Saussure, le chimiste français Antoine-Laurent de Lavoisier, le physicien Pierre Simon de Laplace... Il reçoit récompenses et honneurs des souverains belges et une médaille d'or offerte par le roi d'Autriche Joseph II. En 1785, il est élu, par les étudiants, Chancelier honoraire de l'Université de Pavie.

■ Deuil, rupture et mariage

Durant ces dix années de travail intense, Alessandro Volta fait face à deux événements douloureux. En 1782, sa mère meurt et en 1789, il doit rompre une liaison avec une cantatrice : sa famille et la position sociale qu'il occupe désormais ne lui permettent pas d'envisager le mariage. Plus tard, en 1794, à 49 ans, il épouse Thérèse Pellegrini, qui sera pour lui une épouse agréable et dévouée.

Alessandro Volta

Volta présente ses travaux sur la pile à la Royal Society



■ Le monde change dans l'enthousiasme et la douleur

Depuis le traité d'Aix-la-Chapelle, en 1748, l'Italie est sous la domination autrichienne. Juillet 1789, en France, le peuple prend la Bastille; en 1792, Nice et la Savoie sont annexées à la première République française de Sardaigne. Les grands bouleversements de la Révolution française réveillent l'Italie qui retrouve le sens et le goût de la liberté. Les changements ne se font pas sans douleur: Lavoisier, un des fondateurs de la chimie moderne, est guillotiné le 8 août 1794. Pour Volta, c'est le deuil d'un ami.

Durant toutes ces années difficiles, Alessandro Volta continue son œuvre scientifique avec exigence et rigueur. En 1797, Volta se propose pour aller manifester à Paris la reconnaissance de la République cisalpine. Cette République a la vie brève, le Piémont et la Lombardie sont à nouveau sous autorité autrichienne. Mais, en 1800, Bonaparte et son armée franchissent le Grand-Saint-Bernard et remportent la victoire de Marengo. L'ancienne République cisalpine devient le royaume d'Italie.



Temple de Volta à Côme

■ Une fin de vie remplie d'honneurs

Volta est, depuis 1791, membre de la prestigieuse Royal Society de Londres. L'instauration de l'Empire français vaut à Volta d'être fait comte et sénateur du Royaume d'Italie. En 1808, il devient l'un des huit membres honoraires de l'Académie, choisis parmi les plus célèbres savants étrangers.

Alessandro Volta meurt à Côme, le 5 mars 1827. Un monument à sa gloire est érigé à Côme en 1838 et, en 1927, pour le centenaire de sa mort, on construit sur la colline Brunate, où il passa ses premières années, un temple en son honneur.

Einstein, devant le mausolée de Volta, en 1933, exprima ainsi son admiration: «The battery is the fundamental base of all inventions.» (La pile est la base fondamentale de toutes les inventions.)



Timbre commémorant le 150^e anniversaire de la pile

Alessandro Volta

■ Électrophores et pistolets

Expérimentateur passionné, Volta met au point en 1775, l'« électrophore perpétuel ». Une fois électrisé par frottement, cet appareil semble pouvoir produire sans fin des décharges électriques. En 1776, il découvre le méthane qu'il nomme « gaz naturel inflammable ». Esprit ingénieux et pratique, il recherche des utilisations de ce gaz naturel et met au point le pistolet électrique inflammable et la lampe perpétuelle à hydrogène. Transformant quelque peu son pistolet électrique, il invente un appareil de grande précision qui permet de faire l'analyse des gaz : l'eudiomètre. Il précise la composition de l'air et trouve des résultats voisins de ceux qu'allaient trouver Gay-Lussac et Humbolt.

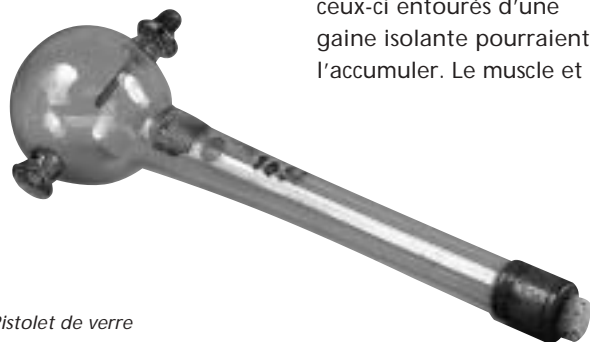
■ Une mesure précise

En 1780, il transforme son électrophore en condensateur et fabrique ainsi le premier condensateur plan.

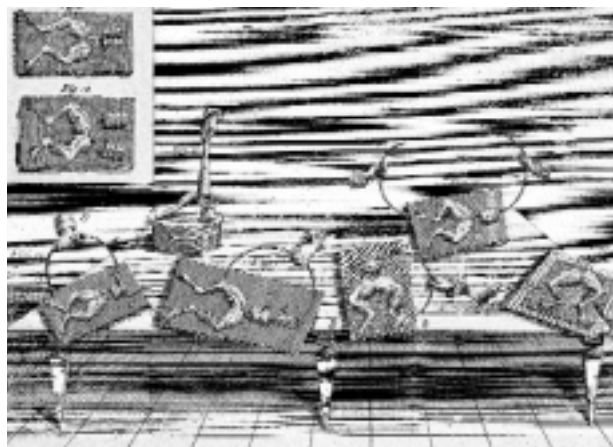
Il énonce la loi :

$Q = C \cdot U$ (la charge Q du condensateur est proportionnelle à la tension U entre les armatures) et définit une unité pour la tension U , unité qui plus tard portera son nom.

Il peut alors étalonner, avec précision, l'électromètre inventé par Saussure et perfectionné par lui, il a à sa disposition un micro-électromètre qu'il utilise avec Laplace et Lavoisier pour mesurer les variations de l'électricité atmosphérique. En fait les variations ne sont pas mesurables, mais ces expériences permettent d'affirmer que l'air n'est jamais électriquement neutre.



Pistolet de verre



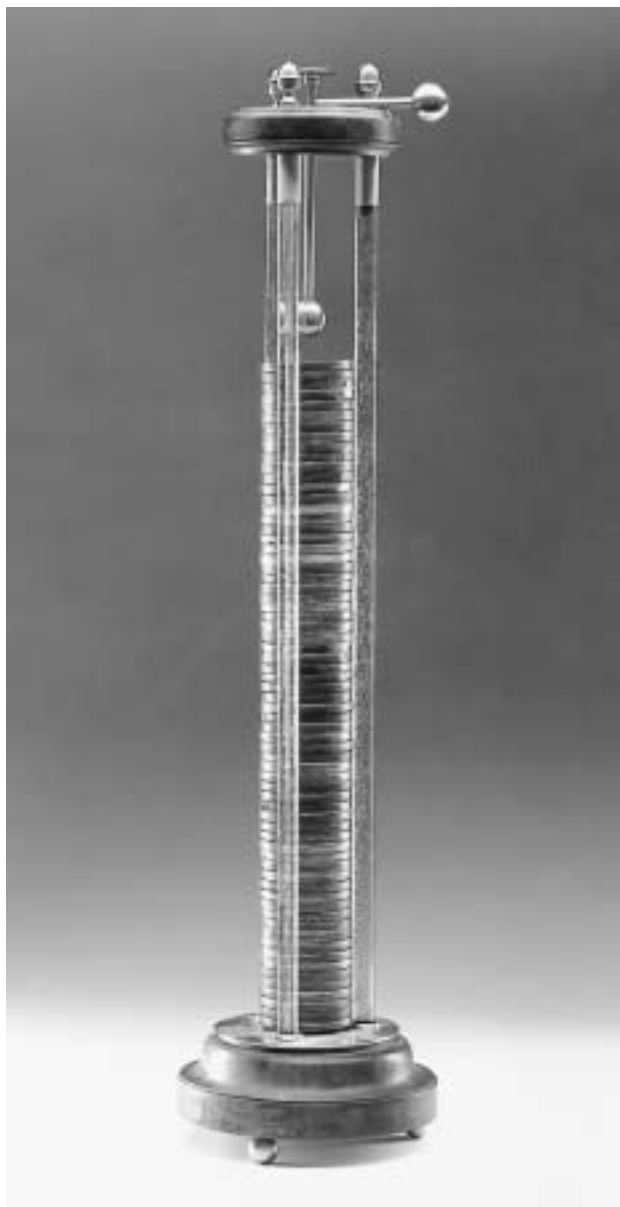
Expériences de Galvani sur les grenouilles

■ La controverse Galvani-Volta

Dès 1792, il répète les expériences que Galvani a commencées, un an auparavant, sur l'électricité animale. Pour Galvani, les décharges dans la cuisse de la grenouille seraient produites par le cerveau et transmises aux nerfs ; ceux-ci entourés d'une gaine isolante pourraient l'accumuler. Le muscle et

le nerf forment une bouteille de Leyde qui se décharge à travers le muscle lorsque nerf et muscle sont reliés. Volta se concentre, lui, sur le rôle des métaux : le muscle et le nerf sont secondaires puisqu'on peut obtenir une décharge avec la grenouille tout entière placée entre deux métaux différents. Avec son électroscope très perfectionné, il arrive à mettre en évidence l'apparition de charges électriques sur deux plaques métalliques accolées puis séparées : c'est l'électricité de contact qui fournit une explication purement physique.

Alessandro Volta



Grande pile de Volta

Plat doré
par galvanoplastie

■ La pile

Le 20 mars 1800, il écrit à la Royal Society pour faire part de sa découverte, et termine par ces mots :

« Tous les faits que j'ai rapportés... vont ouvrir un champ assez vaste de réflexions et des vues non seulement curieuses, mais intéressant particulièrement la médecine.

Il y en aura pour occuper l'anatomiste, le physiologiste et le praticien. »

En novembre 1800, il est reçu à Paris, où il présente ses expériences. Il fait valoir la différence majeure qu'il y a entre sa pile et les machines électrostatiques : la première fait circuler un courant électrique de basse tension alors qu'avec les machines électrostatiques la circulation du courant est très brève et la tension élevée.

■ Ses applications

L'électrothérapie est porteuse de grands espoirs, souvent avortés, la galvanoplastie est largement exploitée, entre autres par l'orfèvre Christofle, l'éclairage par les lampes à arc et la télégraphie se développent. Mais c'est surtout en chimie que la pile va permettre de grandes découvertes : grâce à l'électrolyse, on met en évidence les éléments qui composent la matière. Les applications de la pile resteront malgré tout limitées tout au long du XIX^e siècle. C'est davantage au XX^e siècle, avec l'invention des transistors, que la pile prendra l'extension que nous lui connaissons aujourd'hui.

Alessandro Volta

Objets de Volta choisis dans l'importante collection que possède le Musée des arts et métiers

Électroscope condensateur, inv. 1702

Double pile, inv. 1703

Pile à colonne, inv. 1701-1

Grande pile, inv. 1701-3

Pile à colonne, inv. 7521

Pistolet en verre, inv. 1651-1 et -2

Pistolet, inv. 1652-1 et -2

Électromètre à pailles, inv. 1663

Appareil dit « à grêle », inv. 1678

Carillon électrique, inv. 1679

Condensateur à deux conducteurs isolés, inv. 1687

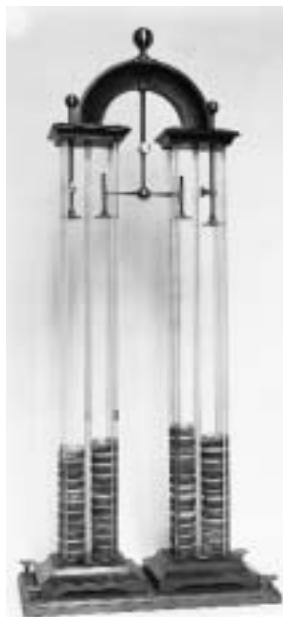
Quelques objets liés aux origines de l'électricité

Machine électrostatique de Nairne, inv. 1636

Machine pneumatique de l'abbé Nollet, inv. 7516

Batterie de bouteilles de Leyde, inv. 1644-2

Les collections du Musée des arts et métiers sont aussi consultables sur Internet.
Adresse électronique : <http://www.cnam.fr/museum/>



Double pile de Volta, inv. 1703

- Rédaction : Jacqueline Burger
- Schémas : Jean-Sébastien Kirby
- Coordination : Élisabeth Drye
- Conception graphique : Agnès Pichois, atelier Michel Bouvet.

• Photos :

Musée des arts et métiers/S. Pelly
Musée des arts et métiers/
P. Faligot/Seventh Square
Kharbine-Tapabor

• Remerciements :

Agence photographique
du Musée des arts et métiers
Médiathèque d'histoire
des sciences/CSI

• Musée des arts et métiers,
Service éducatif
Conservatoire national des
arts et métiers
292, rue Saint-Martin - 75003 Paris

ISBN : 2-908207-62-1

POUR EN SAVOIR PLUS

C. Blondel, J. Dubois, H. Gié, J.-P. Mathieu, M. Saillero, Histoire de la physique tome I, sous la direction de Jean Rosmorduc, Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, 1987

J. L. Heilbron, Elements of early modern physics, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1982

Robert Massain, Chimie et chimistes, Magnard, Paris, avril 1982

Robert Massain, Physique et physiciens, Magnard, Paris, 2e semestre 1979

Bern Dibner, Early electrical machines, Burndy Library, Norwalk, Connecticut, 1957

Louis Figuier, Les merveilles de l'électricité, 1885



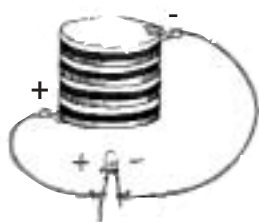
Machine électrostatique de Nairne, inv. 1636

Alessandro Volta

Fabriquer la « vraie » pile de Volta

Il faut : dix ou douze disques métalliques de 4 ou 5 cm de diamètre en zinc et en cuivre ; le même nombre de disques de feutre, tissu ou carton ; 2 fils de cuivre ; de l'eau salée ou du vinaigre ; une diode électroluminescente rouge ou verte (DEL).

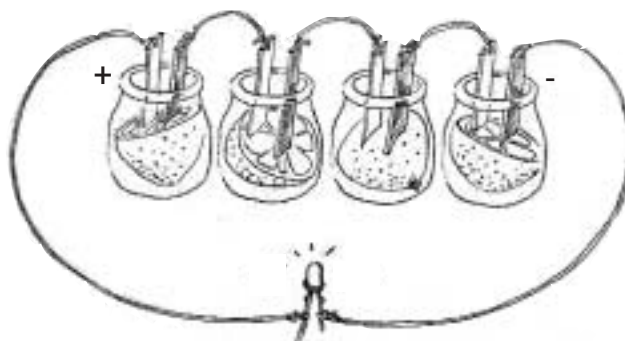
Une pile élémentaire est constituée d'un disque de cuivre, un disque de feutre imbibé d'eau salée ou de vinaigre et un disque de zinc. Une telle pile ne suffit pas à allumer une petite diode, il faut associer au moins quatre piles identiques. La pile de Volta atteignait 80 cm de haut ! Superposez donc les piles, en veillant au contact de la borne négative en zinc de l'une avec la borne positive en cuivre de la suivante.



Soudez un fil de cuivre à un disque de cuivre et l'autre fil à un disque de zinc. Le disque de cuivre sera la borne positive de la première pile, le disque de zinc sera la borne négative de la dernière pile. Reliez les extrémités libres des deux fils à la DEL. Que se passe-t-il ?

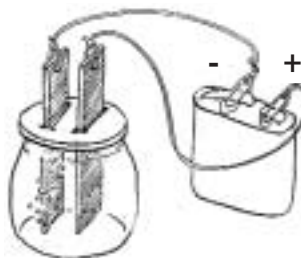
La pile légumes, fruits ou jus de fruits

Il faut : 4 ou 5 citrons, pommes ou pommes de terre, le même nombre de pots de yaourts pour y placer vos citrons ; 4 ou 5 lames métalliques de 1 cm de largeur et 6 à 7 cm de hauteur en cuivre et en zinc, des fils de cuivre, une DEL rouge ou verte. Pour réaliser une pile « élémentaire », enfoncez dans chacun des fruits une lame de cuivre et une lame de zinc. Par un fil de cuivre, reliez le pôle négatif de l'une en zinc au pôle positif de la suivante en cuivre. Reliez la grande borne de la diode au pôle positif de la première pile et la petite borne au pôle négatif de la dernière pile. Que se passe-t-il ?



L'électrolyse de l'eau

Il faut : une pile plate 4,5 V, deux clous ou deux lames métalliques, un pot de yaourt, un petit morceau de carton, deux fils



métalliques, du ruban adhésif, de l'eau, du vinaigre d'alcool incolore. Avec le carton confectionnez un couvercle pour le pot de yaourt, percez-le de deux trous aux dimensions des clous. Remplissez le pot d'eau, ajoutez-lui une cuillerée

de vinaigre. Recouvrez-le de son couvercle, enfoncez les clous dans les trous. Fixez une des extrémités de chaque fil métallique à un clou à l'aide du ruban adhésif. Reliez ensuite l'extrémité libre de chaque fil à une borne de la pile. Observez les dégagements de gaz sur les clous. Le pot de yaourt est la cuve à électrolyse, les clous sont les électrodes : à l'électrode négative le dégagement est deux fois plus abondant, c'est l'hydrogène ; sur l'autre électrode c'est de l'oxygène (l'eau : H_2O).



Prix: 10 F