

**BIBLIOTHEQUE
UNIVERSELLE**

D E S

SCIENCES, BELLES-LETTRES, ET ARTS,

FAISANT SUITE

A LA BIBLIOTHEQUE BRITANNIQUE

Rédigée à Genève

PAR LES AUTEURS DE CE DERNIER RECUEIL.

TOME VINGTIÈME.

Septième année.

SCIENCES ET ARTS.

A GENÈVE,

De l'Imprimerie de la BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE.

1822.

P H Y S I Q U E.

EXPÉRIENCES RELATIVES A DE NOUVEAUX PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-DYNAMIQUES (1) observés au mois de Décembre 1821, par Mr. AMPÈRE, Membre de l'Académie des Sciences, etc.

POUR produire un mouvement de révolution continue dans un conducteur voltaïque par l'action d'un autre conducteur, de la terre ou d'un aimant, je me sers à présent d'un appareil qui diffère surtout de celui que j'ai décrit dans les Annales de chimie et de physique, T. XVIII, pages 33 et suivantes, en ce qu'il est mis en action par une pile de Volta dont on peut augmenter l'énergie à volonté en augmentant le nombre et l'étendue des plaques (2). Cet appareil con-

(1) Le nom *d'électro-magnétique*, donné aux phénomènes produits par les fils conducteurs de la pile de Volta, ne pouvoit les désigner convenablement qu'à l'époque où l'on ne connoissoit que ceux de ces phénomènes qu'à découvert Mr. OErsted entre un courant électrique et un aimant; j'ai cru devoir employer la dénomination *d'électro-dynamique*, pour réunir sous un nom commun ces phénomènes et ceux que j'ai observés, entre deux conducteurs voltaïques. Elle exprime leur caractère propre, celui d'être produits par l'électricité en mouvement; tandis que les attractions et les répulsions électriques anciennement connues, sont des phénomènes *électro-statiques*, produits par l'inégale distribution de l'électricité en repos dans les corps où on les observe.

(2) Ce changement important rend beaucoup plus facile à observer les phénomènes annoncés dans cette note du tome XVIII des Annales de chimie et de physique, je l'ai fait au mois de mars 1822, mais j'avois depuis plus de trois mois, obtenu les mêmes effets avec mon premier appareil; seulement les mouvements produits étoient en général très-lents.

siste en un vase métallique formé par deux parois circulaires concentriques $A B C$, (fig. 1) : à la partie évidée $a b c$, s'adapte un bouchon de liège dans lequel glisse, à frottement, une tige de cuivre TT' , portant à ses deux extrémités, de petites coupes S et S' ; dans la coupe supérieure S' repose, sur une pointe fine, la partie mobile du conducteur ; elle est composée d'un fil de cuivre plié en fer à cheval $DEFG$, qui supporte un cercle $D H G$ de même matière. A l'un des côtés du vase est soudée une coupe S'' et dans le prolongement du même diamètre, on place une autre coupe S''' sur le plateau en bois XV . Le vase $A B C$, est soutenu au dessus de ce plateau, dont le diamètre est à peu-près double de celui du vase, à la distance d'un ou deux centimètres : les vis $K K' K''$, servent à mettre le vase de niveau. Au centre du plateau est un trou circulaire de même grandeur que l'ouverture $a b c$, pratiquée au centre du vase métallique. Pour observer l'action d'un conducteur fixe sur ce conducteur mobile, je forme ce conducteur fixe avec une lame de cuivre $L L' L''$ (fig. 2) revêtue d'un ruban de soie, courbée en spirale de dix ou douze tours, et portant aux deux bouts deux appendices $L M L'' M''$, dont les extrémités nues plongent dans les coupes S'' et S''' . Dans la fig. 1, le cercle extérieur $L, L' L''$, indique la spirale, dont tous les contours sont revêtus séparément de l'enveloppe de soie qui les empêche de communiquer entr'eux.

Les choses étant ainsi disposées on verse de l'eau acidulée dans le vase, et du mercure dans toutes les coupes ; on plonge l'appendice intérieur $L M$ de la spirale dans une des coupes ; S'' par exemple ; l'extrémité M'' de l'appendice extérieur $L'' M''$ dans l'autre coupe S''' , où vient se rendre le fil qui part de l'extrémité négative de la pile ; et on ferme le circuit voltaïque en plongeant dans la coupe S , le fil qui part de l'extrémité positive. Le courant monte alors par la tige TT' ,

descend de part et d'autre du conducteur mobile dans le cercle DHG , traverse en rayonnant l'eau acidulée pour atteindre la coupe S'' , parcourt la spirale du dedans au dehors, arrive à la coupe S''' et de là à l'extrémité négative de la pile.

Soient D et G (fig. 3) les projections horizontales des fils DE et FG (fig. 1), LKl et $L'K'l'$ (fig. 3), deux portions d'une même spire, voisines de ces projections; si l'on se rappelle qu'il y a attraction entre deux conducteurs voltaïques dont les directions forment un angle droit, quand le courant électrique qui les parcourt va dans tous les deux en s'éloignant ou en s'approchant de la perpendiculaire commune qui en mesure la plus courte distance, et qu'il y a répulsion quand l'un des courans va en s'éloignant de cette perpendiculaire et l'autre en s'en approchant, on verra que le courant descendant en G est attiré par lK et repoussé par KL . Il en résulte une force unique, qui tend à faire tourner le fil en sens contraire de la direction du courant de la spirale. D'une autre part, l'action que $k'l'$ exerce sur le courant descendant en D est attractive; et celle de $K'L'$ sur le même courant, est répulsive; ces deux forces se combinent encore en une seule qui tend aussi à faire tourner le fil en sens inverse du courant de la spirale. Cette nouvelle force s'ajoute donc à la précédente, et des actions semblables se renouvelant dans chaque position des fils, tout le système du conducteur mobile tourne d'une manière continue en sens inverse du courant de la spirale, aussi long-temps que la communication reste établie. (1)

Sans rien changer au reste de l'appareil on fait faire un demi tour à la spirale de manière à plonger l'appendice $L''M''$ fig. (2), dans la coupe S'' , et LM dans la coupe S'''

(1) On voit en effet d'après les lois de l'action électro-dynamique

alors la direction du courant reste la même dans le conducteur mobile ; mais dans la spirale le courant s'établit du dehors au dedans , et l'appareil se meut dans un sens contraire à sa rotation dans l'expérience précédente. Parce qu'il y a alors répulsion entre les branches des conducteurs qui s'attiroient , et attraction entre celles qui se repousoient , comme il est aisé de le voir en faisant attention au sens dans lequel le courant électrique parcourt alors ces branches.

On n'obtiendrait pas cet effet en changeant seulement l'ordre de communication avec les extrémités de la pile , car alors le courant entrant par la coupe S''' circulerait dans la spirale du dehors au dedans , ce qui tendroit à changer le sens du mouvement , comme dans l'expérience précédente ; mais d'une autre part le courant qui descendoit dans le conducteur mobile deviendrait ascendant , ce qui tendroit à renverser une seconde fois le mouvement et le rétablirait par conséquent dans sa direction primitive.

Si maintenant on enlève la spirale , et si on plonge les deux fils de la pile dans les coupes S et S'' , le fil mobile sera soumis à la seule influence de la terre. Or dans cette expérience , comme dans tous les phénomènes qui dépendent de l'action electro-dynamique du globe , la terre agit comme le feroient des courans voltaïques situés dans des plans perpendiculaires à la direction de l'aiguille d'inclinaison et tournant de l'est à l'ouest , en passant par le sud ; elle doit donc produire un mouvement semblable à celui que déter-

que quand une portion mobile de conducteur voltaïque forme un angle droit avec la direction d'un conducteur fixe , et se trouve toute d'un même côté de ce conducteur , elle tend en général à se mouvoir parallèlement au conducteur fixe. 1.^o En sens contraire du courant de ce dernier quand celui de la portion mobile tend vers le conducteur fixe ; 2.^o dans le même sens que ce courant quand celui de la portion mobile va en s'en éloignant.

mine la spirale , mais ce mouvement est plus lent (1), à moins que l'action de la spirale ne soit très-foible. Ce qui distingue cette expérience des précédentes , c'est que le sens des courans terrestres étant invariable , le sens du mouvement du conducteur change quand on renverse l'ordre de communication avec les pôles de la pile. Le mouvement de révolution est dans le sens des courans terrestres , c'est-à-dire qu'il a lieu de l'est à l'ouest en passant par le sud, lorsque le courant voltaïque monte dans les deux branches D E et F G , parce qu'alors il va en s'éloignant de ces courans ; il a lieu en sens contraire quand le courant est descendant dans les mêmes branches.

On peut substituer à la spirale un aimant ou un faisceau d'aimans dans une direction à peu-près verticale , en plaçant dans l'ouverture *abc* , l'extrémité supérieure des aimans , et faisant reposer l'inférieure dans la coupe S. Pour prévoir ce qui doit alors arriver , il faut se rappeler ce que j'ai établi dans mes précédens Mémoires , savoir que l'action d'un aimant est toujours identique à celle qu'exerceroient des courans tournant autour de ses particules dans des plans à peu-près perpendiculaires à son axe , et dont la direction seroit la même que celle des courans terrestres , lorsque les pôles de l'aimant sont-situés l'un par rapport à l'autre comme ceux du globe et que cet aimant est par conséquent placé dans la position contraire à celle que l'action terrestre tend à lui donner. Dans la fig. 4 , les flèches F indiquent la

(1) Dans des expériences faites avec MM. Fourier , Thillaye , Pouillet , et plusieurs autres physiciens , nous avons obtenu ce mouvement assez rapide pour être très-facile à observer , en nous servant d'une pile de dix triades seulement, dont les plaques de zinc n'avoient que quatre pouces de largeur sur six de hauteur , et étoient enveloppées de cuivre suivant le procédé de Mr. Wollaston.

direction des courans dans la partie supérieure de chaque particule , et les flèches F' la direction de ces mêmes courans au-dessous de chaque particule ; la lettre N indiquant le pôle austral qui se dirige au nord , et la lettre S le pôle boréal.

Cela posé , en appliquant aux courans des aimans ce qui a été dit du courant en spirale , on reconnoîtra facilement que le pôle austral présenté en dessous du cercle $D H G$ (fig. 1) le fera tourner dans le sens $D H G$ quand le courant sera descendant dans les deux branches , et dans le sens $D H G$ quand le courant sera ascendant. Le pôle boréal produira des effets opposés.

Le même effet peut s'obtenir en remplaçant un aimant vertical par plusieurs aimans horizontaux dont les pôles homologues sont dirigés vers le centre de la tige $T T'$ comme le représente la fig. 5 ; les courans parallèles qui ont lieu à la face supérieure de chaque particule de ces aimans , agissent comme remplaçant des portions discontinues de la spirale employée dans la première expérience. Cette action est à la vérité contrariée par les courans opposés de la face inférieure des mêmes particules , mais elle produit cependant son effet , parce qu'elle s'exerce à une moindre distance du conducteur mobile. Ces aimans horizontaux se placent dans l'intervalle qui se trouve entre le vase métallique et le plateau , sur lequel on peut les placer à différentes distances de son centre , pour comparer les effets qu'ils produisent suivant qu'ils sont plus ou moins éloignés de ce centre.

Si l'on remplace le conducteur mobile $D E F G H$ par une spirale en fil dé cuivre $M M' M''$ (fig. 6) terminée par une crosse $M'' M'''$ perpendiculaire au plan de la courbe et qui appuie par son extrémité garnie d'une pointe d'acier K , sur le fond de la coupe S' (fig. 1) on peut avec le même appareil répéter une expérience de Mr. Sayary , de laquelle

il résulte que les courans voltaïques qui ont lieu dans l'eau acidulée exercent les mêmes actions que les courans établis dans des conducteurs métalliques. Pour faire cette expérience avec succès il faut rendre la spirale bien horizontale, et en maintenir les spires dans un même plan, à l'aide de trois petites règles $E E'$, $E'' E'$, $E'' E$, (fig. 6), attachées à tous les contours de la spirale, et formant un triangle équilatéral. En établissant alors la communication de la coupe S , par exemple, à l'extrémité positive de la pile, et de la coupe S'' , à l'extrémité négative, le courant monte par la tige $T T'$, descend par la crosse $K L M'' M'$ (fig. 6) dans la spirale où elle tourne du dedans au dehors, s'échappe en rayonnant à travers l'eau de la dernière spire, à la paroi du vase $A B C$, et atteint la coupe S'' qui ferme le circuit. Soit $M' C$ (fig. 6) un des courans établis dans l'eau acidulée, il repousse la partie $M' N$ de la spirale, et attire la partie $M' N'$ où il reste une portion du courant électrique qui ne traverse que plus tard l'eau acidulée; il en résulte une force unique qui tend à faire marcher la spirale dans le sens $M' N$; des forces semblables agissent sur tous les points de la dernière spire, et il en résulte la rotation dans le sens indiqué. Si la spirale est assez près du fond du vase, outre les courans horizontaux dont je viens de parler, il s'en établit dans l'eau de verticaux qui se rendent au fond de ce vase; mais ces derniers allant comme les courans horisontaux, en s'éloignant des courans de chaque spire, ils tendent à faire tourner l'ensemble de ces spires dans le même sens, et à en accélérer le mouvement. Ce mouvement n'est pas dû à l'action de la terre, car si cela étoit il changeroit lorsqu'on renverse l'ordre de communication avec les extrémités de la pile; ce qui n'arrive pas et ne doit pas arriver s'il est l'effet des courans de l'eau acidulée, car alors le courant partant de la coupe S'' se rendra à travers l'eau à la spirale, la parcourra

du dehors au-dedans pour atteindre la coupe S' et l'extrémité négative de la pile; la direction des courans se trouvera ainsi renversée à la fois dans l'eau et dans le conducteur spiral, et le mouvement devra conserver la même direction.

Il est cependant à remarquer que la terre exerce une action sur la partie verticale M'' M''' du conducteur; et selon que cette action, dont l'effet a été déterminé dans une des expériences précédentes, favorise ou contrarie le mouvement que l'on veut produire, celui-ci est plus ou moins rapide.

Pour observer le mouvement d'un aimant soumis à l'action des conducteurs voltaïques, je me sers d'un aimant cylindrique NS (fig. 8) terminé par deux vis creuses c, c', à chacune desquelles peut s'adapter alternativement un contre-poids en platine P, assez lourd pour maintenir l'aimant vertical quand on le plonge dans le mercure. Celui-ci est soutenu dans une éprouvette à pied M (fig. 7) dans laquelle plonge un anneau en cuivre HI soudé à l'extrémité d'une tige de cuivre recourbée GFE qui porte une coupe métallique O pleine de mercure: une seconde tige métallique ABDZ glissant à frottement dans un bouchon de liège U et portant à son extrémité inférieure une coupe O', se termine à son autre extrémité par une pointe Z située dans le prolongement de l'axe du vase. En faisant glisser la tige métallique dans le bouchon U on peut à volonté élever ou abaisser la pointe Z. Un tasseau de bois R sert à soulever l'éprouvette pour faire plonger l'anneau HI dans le mercure. Cet appareil peut servir pour répéter l'expérience de Mr. Faraday: pour cela, je plonge le fil conducteur qui part du pôle positif de la pile, dans la coupe O', et la pointe Z dans le mercure de l'éprouvette; il s'établit à la surface du mercure un grand nombre de courans qui partent du centre pour aller à la circonférence. On peut les diviser en trois espèces relative-

ment à l'aimant sur lequel ils agissent. Les uns sont tangens à sa circonférence, d'autres le traversent, les troisièmes ne le rencontrent pas.

Examinons maintenant l'action de chaque espèce de courans dans un plan de niveau : soit efe' (fig. 10) la section de l'anneau, Z le point d'où partent tous les courans, ZT, ZT' , les deux courans tangens à l'aimant dont la section est représentée par $tmm't'n'n$; le courant ZT' attire toute la moitié de circonférence convexe vers sa direction, car, des deux côtés du point de contact t' , les courans dans l'aimant et dans la tangente ont des directions semblables, convergentes avant ce point, et divergentes après le contact. Le même courant ZT' repousse l'autre moitié de l'aimant, mais avec une intensité moindre à cause de la plus grande distance au contraire, le courant ZT repousse toute la moitié la plus voisine de l'aimant et attire la plus éloignée. Il résulte donc de ces diverses actions deux forces égales, l'une attractive, dirigée suivant NT' , l'autre répulsive, dans le sens Nt , le point N étant le centre de l'aimant; et ces deux forces se combinent en une seule perpendiculaire à ZN , dans le sens NV . Les mêmes raisonnemens sont exactement applicables aux courans extérieurs Ze, Ze' . Ces courans, pris deux à deux symétriquement, donnent naissance à une force résultante dirigée suivant Nv . Quant aux courans qui traversent l'aimant, on peut les partager chacun en trois portions, l'une du point Z à l'aimant, la seconde dans l'intérieur de l'aimant, la troisième depuis l'aimant jusqu'à l'anneau efe' , la seconde portion sera sans effet parce qu'elle ne produira que des attractions ou des répulsions réciproques entre les particules de l'aimant, et que de pareilles forces ne peuvent lui imprimer aucun mouvement; la première partie ZN attirera tn et repoussera $t'n$, la troisième mM attirera tm et repoussera $t'm$ il résultera donc de ces quatre

forces une force unique perpendiculaire à ZM ; un courant ZM' placé symétriquement de l'autre côté de ZN produira une force égale qui sera de même perpendiculaire à sa direction; et ces deux forces se combineront en une seule dirigée suivant $N\rho$, l'ensemble de tous les courans horizontaux fera donc mouvoir l'aimant suivant $N\rho$. Des effets semblables se reproduisant dans chaque position de l'aimant, celui-ci tournera autour du point Z , la force acquise étant à chaque instant détruite par la résistance du mercure.

Le courant vertical descendant exerce un autre genre d'action, beaucoup plus foible à la vérité et le plus souvent détruit par le frottement du mercure; mais dont on obtient par fois quelques indices dans les expériences. Ce courant attire la moitié de l'aimant dont les courans, dans la direction tn , convergent avec le courant descendant, et repoussent l'autre moitié, il en résulte dans l'aimant une tendance à tourner dans le sens $tnn't'$, et une nouvelle force qui s'ajoute à celle des aimans horizontaux.

D'après ce qui précède, le mouvement de translation de l'aimant aura toujours lieu tant qu'il ne sera traversé que par des courans qui entrent d'un côté dans l'aimant et qui sortent de l'autre; mais si on les rendoit tous affluens dans l'aimant ou qu'ils en sortissent tous, il n'en résulteroit plus qu'un mouvement de rotation de l'aimant sur lui-même. Pour réaliser ce mouvement, que j'ai obtenu le premier, on met du mercure dans la cavité supérieure du barreau cylindrique cc' , et on y fait plonger le fil Z . Alors tous les courans divergent de l'axe de l'aimant vers l'anneau de cuivre. Soit ZM (fig. 9) un de ces courans, la portion ZM est sans action, d'après ce qui a été dit précédemment, sur les courans électriques de l'aimant; la portion Mm attire mn' et repousse mn ; ces deux forces réunies tendent à faire tourner l'aimant sur lui-même dans le sens nTn , des forces

semblables s'exerçant simultanément sur tous les points de l'aimant, il tourne sur lui-même indéfiniment (1).

J'ai aussi obtenu le mouvement de rotation d'un conducteur voltaïque sur son axe. Pour faire cette expérience avec le même appareil, il faut que le pied EF (fig. 7) de la potence EFG, se continue par une colonne en verre EL qui porte une tige horizontale de cuivre LK, à laquelle est attachée la boîte K destinée à recevoir l'aimant cylindrique cc' de la fig. 8, de manière que le centre de cette boîte se trouve dans la verticale passant par le point Z; on y fixe l'aimant CC' par la vis de pression V. Avant de placer l'aimant dans cette boîte, on remplace le contre-poids de platine P par un cône d'acier RT (fig. 8) qui porte en T une vis semblable à celle du contre-poids, et qui s'adapte à la même cavité c' de l'aimant, comme la vis du cône n'atteint pas le fond de cette cavité, il y reste la place de quelques gouttes de mercure qu'on a soin d'y introduire avant que d'y adapter le cône, pour que la communication soit plus complète entre ce cône et l'aimant que le courant électrique doit parcourir successivement. L'extrémité de l'aimant qui porte le cône étant ensuite tournée en bas, on met un peu de mercure dans la cavité c de l'autre extrémité, et on y fait plonger la pointe Z du conducteur ABDZ, comme on le voit dans la fig. 11. On place alors sous l'aimant un conducteur de cuivre NN' (fig. 12) dont l'extrémité inférieure porte un contre-poids de platine O, et la supérieure, une petite coupe UV, dans laquelle on met un peu de mercure où vient plonger la pointe R du cône. Ce conducteur flotte sur le mercure de l'éprouvette XMY

(1) On peut dans cette expérience, se passer du contre-poids de platine P, en suspendant l'aimant cc' (fig. 8) à un fil très-fin $p q$ (fig. 7) qui se tord quand l'aimant tourne.

comme l'aimant dans l'expérience précédente ; et lorsqu'on met les coupes O et O' (fig. 7) en communication avec les deux extrémités d'une forte pile, on le voit tourner sur lui-même par l'action de l'aimant CC', sur-tout si l'on a soin de diminuer le frottement du mercure de l'éprouvette contre la surface extérieure du conducteur par de petites secousses données à cet appareil.

J'ai rendu ce mouvement de rotation plus rapide et plus aisé à obtenir, sans employer une pile aussi forte, en remplaçant ce conducteur par un tube de cuivre ; sa masse étant alors réduite à peu de chose, celle du contrepoids de platine doit être diminuée dans la même proportion. La cause de ce mouvement de rotation que j'ai obtenu le premier, est évidente quand on fait attention que le conducteur NN' (fig. 12) ne doit pas être considéré comme conduisant seulement l'électricité suivant une droite sans épaisseur, mais comme un faisceau d'autant de courans électriques, qu'il contient de séries de particules parallèles à son axe ; on voit alors que cette expérience rentre dans celle où l'aimant imprime au conducteur le mouvement de révolution continu ; tandis que quand c'est l'aimant qui est mobile, le mouvement de révolution et celui de rotation ne peuvent être assimilés, mais doivent être expliqués séparément, comme nous l'avons fait plus haut.

En ajoutant à cet appareil un bout de tuyau de cuivre ABCD (fig. 13), qui s'adapte à frottement dans le cercle de cuivre HI (fig. 7) et qui porte près de son ouverture supérieure un diaphragme en verre EF (fig. 13) on a une disposition très-commode pour répéter l'expérience de sir H. Davy sur la rotation du mercure. On place d'abord ce tuyau dans l'anneau HI (fig. 7) de manière qu'ils communiquent entr'eux, soit par simple contact, soit en plongeant tous deux dans le mercure de l'éprouvette XMY ; on met ensuite dans la partie du tuyau

ABCD (fig. 13) qui est au-dessus du diaphragme EF, une couche de mercure de peu d'épaisseur, on y fait plonger la pointe du cône TR (fig. 11) qui a été adapté à l'extrémité intérieure de l'aimant cc' , et les communications étant établies comme lorsqu'il s'agissoit de faire tourner le conducteur NN' (fig. 12) on voit le mercure tourner de même autour de la pointe du cône par l'action de l'aimant.

On reconnoît sur-le-champ la cause de ce mouvement, en faisant attention que le mercure doit alors être considéré comme un assemblage de courans électriques parcourant les rayons du tuyau ABCD, en allant, soit du centre à la circonférence, soit de la circonférence au centre, suivant que le courant est descendant ou ascendant dans l'aimant cc' .

Dans toutes ces expériences on change le sens des mouvemens en renversant les pôles, soit de l'aimant soit de la pile, et par conséquent le mouvement reprendroit sa direction primitive si l'on faisoit à la fois ces deux changemens.

EXTRAIT D'UNE LETTRE DE MR. AMPÈRE AU PROF. DE LA RIVE sur des expériences électro-magnétiques.

Paris 12 Juin 1822.

MR.

A l'occasion du Mémoire de Mr. Faraday, vous avez ajouté à nos connoissances, sur les phénomènes électro-dynamiques, un fait nouveau qui me paroît très-important pour éclaircir la théorie de ces phénomènes (1). Je veux parler de la ma-

(1) Voyez *Bibl. Univ. Sc. et Arts*, Décembre 1821.

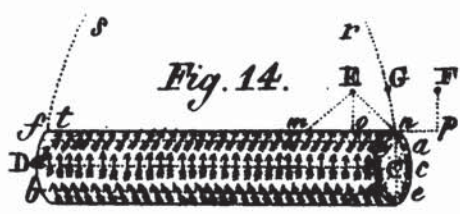


Fig. 15.

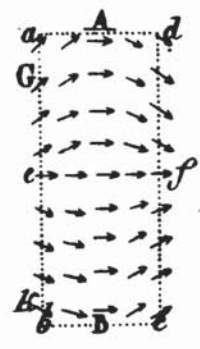


Fig. 12.

Fig. 16.

