

de déterminer une chute de potentiel, mais comme la source qui produit la différence de potentiel n'est pas alimentée, elle se tarit aussitôt, et il s'ensuit que le contact est incapable de produire un courant électrique.

B. — *Par énergie calorifique.* — Seebeck a montré en 1821 que si, dans un circuit formé de deux ou plusieurs métaux on chauffe l'une des soudures, il se produit aussitôt une force électro-motrice. On montre ce phénomène au moyen de deux barreaux, l'un de bismuth, l'autre d'antimoine ou de cuivre soudés à leurs extrémités, de façon à constituer un circuit.

En chauffant l'une des soudures, on obtient un courant suffisamment énergique pour dévier une aiguille aimantée placée entre les barreaux. Le bismuth est négatif, l'antimoine ou le cuivre positif.

Pour certains métaux, la force électro-motrice augmente d'une façon continue avec la température de la soudure chauffée; mais, le plus souvent, cette force passe par un maximum, décroît ensuite et finit par s'annuler et changer de sens. Ces phénomènes se comportent différemment selon la nature des métaux employés. On a pu dresser une liste des métaux placés dans un ordre tel que, si l'on forme un couple thermo-électrique avec deux d'entre eux, celui qui est le premier sur la liste soit le pôle négatif et le second le pôle positif. Chaque métal de la liste suivante est donc positif par rapport à ceux qui le suivent et négatif par rapport à ceux qui le précèdent.

Bismuth,	Manganèse,	Or,
Nickel,	Argent,	Zinc,
Platine,	Étain,	Fer,
Palladium,	Plomb,	Arsenic,
Cobalt,	Cuivre,	Antimoine.

L'existence des courants thermo-électriques montre que les forces électro-motrices de contact, découvertes par Volta, sont fonction de la température. Dans un conducteur parfaitement homogène la chute de température est symétrique de chaque côté du point chauffé. Si le conducteur présente la moindre

dissymétrie de part et d'autre de ce point la distribution de la température est elle-même dissymétrique.

On obtient cette dissymétrie par beaucoup de moyens, l'écroutissage, le martelage, la torsion du conducteur, l'oxydation de ses surfaces et surtout le refroidissement d'une partie voisine de celle que l'on chauffe. Dans tous ces cas, il se produit une répartition inégale du calorique dans la masse, et il s'ensuit une différence de potentiel.

Dans ces phénomènes d'électro-génèse thermique, il faut, en outre, tenir compte de ce qu'on appelle l'*effet Thomson*.

Sir William Thomson a montré qu'un courant traversant un conducteur métallique dont tous les points ne sont pas à la même température, transporte de la chaleur dans un sens variable.

Cela résulte de ce que les divers points ne sont pas au même potentiel; ainsi, si l'on fait passer un courant un peu intense dans une barre métallique homogène dont les deux extrémités sont maintenues à 0° et le milieu à 100°, les températures devraient décroître symétriquement à partir du milieu. En réalité, le plomb est le seul métal pour lequel il en soit ainsi. Pour l'argent, l'antimoine, le cuivre, le zinc, etc., la température est plus élevée dans l'une des moitiés que dans l'autre, parce que dans ces métaux, le potentiel allant en croissant avec la température, il y a absorption de chaleur dans la première moitié et dégagement dans la seconde. Ces métaux sont dits positifs. On appelle négatifs ceux pour lesquels le potentiel varie en sens inverse de la température: tels le platine, l'aluminium, l'étain, le bismuth. Pour les uns, les positifs, il y a transport de chaleur dans le sens du courant, pour les autres en sens contraire.

Becquerel a établi les lois suivantes des courants thermo-électriques.

1° Dans un couple thermo-électrique, tant que la différence de température entre les deux soudures reste la même, le courant est constant.

2° L'intensité augmente avec la différence de température entre les soudures.

3° L'intensité est proportionnelle au nombre des couples dans une pile thermo-électrique.

Nous décrirons, plus loin, dans un chapitre spécial les appareils générateurs dits thermo-électriques qui dérivent de ces principes.

C. — *Par pression, clivage, changement de surface, frottement.* — L'électricité développée par la pression, le clivage, c'est-à-dire la division par choc des substances minérales cristallisées ne présente d'autre intérêt que celui de démontrer par de nouvelles preuves le principe de la conservation des forces. L'électricité produite par les changements de surface présente au contraire un certain intérêt, car en physiologie elle nous servira à expliquer certains phénomènes électriques dus à la contraction musculaire. M. Lippmann a montré que si, dans un verre rempli de mercure, on fait tomber goutte à goutte le mercure contenu dans un entonnoir à pointe effilée placé au dessus, on obtient une variation de l'aiguille d'un galvanomètre dont les fils sont reliés l'un au mercure contenu dans le vase, l'autre au mercure contenu dans l'entonnoir. Pour mieux démontrer que cette chute de potentiel est due au changement de surface que détermine la gouttelette de mercure tombant dans le vase, M. d'Arsonval a rempli de mercure des tubes en caoutchouc ; en les étirant brusquement, c'est-à-dire en faisant brusquement varier leur forme, on obtenait une déviation galvanométrique.

D. — *Par frottement.* — L'électricité produite par le frottement manifeste sa présence par des signes très nets tels qu'attraction des corps légers, sensation de picotement à la peau, étincelles. Comme elle apparaît toutes les fois que deux corps de nature différente sont frottés l'un contre l'autre, il est aisé de comprendre que la constatation de ces phénomènes remonte aux temps les plus reculés. Tous les corps, même les liquides, s'électrisent par frottement. On peut même électriser deux morceaux d'un même corps en les frottant l'un contre l'autre,

pourvu qu'ils présentent une certaine dissymétrie. Dans tous les cas ils prennent des charges égales et contraires.

Si l'un des corps communique avec le sol, il lui cède son électricité. C'est le frottement qui, comme nous allons le voir au chapitre suivant, détermine la production de l'électricité dans un assez grand nombre de *machines statiques*.

La cause du développement de l'électricité par le frottement a été attribuée par Wollaston à une oxydation. Mais Gray a montré que le frottement développe de l'électricité dans le vide, Gay-Lussac dans l'acide carbonique. Il se produit, sans doute, une transformation directe du mouvement en électricité par changement dans l'état moléculaire des corps. Le rôle de cet état moléculaire ressort avec évidence de certains faits : par exemple, si l'on frotte avec un morceau de drap un bâton de verre poli, celui-ci prend la tension positive ; si le verre est dépoli, le frottement lui communique une charge négative.

E. — *Par les actions chimiques.* — Les actions chimiques sont toujours accompagnées d'un dégagement d'électricité. Au contact d'un liquide et d'un métal attaqué par ce liquide il se produit une différence de potentiel constante qui dépend de la nature des deux corps en présence. C'est à cette cause qu'il faut rapporter la production de l'électricité dans les piles.

F. — *Par les actions mécaniques.* — Le déplacement d'un circuit ou d'un aimant développe des courants électriques dits *induits*. C'est là le principe des machines d'induction et des dynamo de toutes sortes. Nous ne faisons que signaler en quelques lignes ces deux sources d'électricité : actions chimiques et actions mécaniques, nous réservant de les étudier avec tous les détails qu'elles comportent quand nous en serons à l'étude des *piles* et des appareils dérivant de l'*induction*.