

Phénomènes électriques des cristaux hémihédres à faces inclinées

Jacques Curie, Pierre Curie

► **To cite this version:**

Jacques Curie, Pierre Curie. Phénomènes électriques des cristaux hémihédres à faces inclinées. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1882, 1 (1), pp.245-251. 10.1051/jphys:018820010024500 . jpa-00237932

HAL Id: jpa-00237932

<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00237932>

Submitted on 1 Jan 1882

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES DES CRISTAUX HÉMIÈDRES A FACES INCLINÉES ;

PAR MM. JACQUES ET PIERRE CURIE.

I.

Les cristaux hémihédres à faces inclinées jouissent d'une propriété physique spéciale, celle de donner naissance à deux pôles électriques de noms contraires aux extrémités de certains axes lorsqu'ils subissent une variation de température : c'est le phénomène connu sous le nom de *pyro-électricité*.

Nous avons trouvé un nouveau mode de développement de l'électricité polaire dans ces mêmes cristaux, qui consiste à les soumettre à des déformations mécaniques.

Les effets produits sont entièrement analogues à ceux causés par la chaleur : pendant une déformation, les extrémités d'un axe se chargent d'électricités contraires ; une fois le cristal ramené à l'état neutre, si on lui laisse reprendre sa forme primitive, le phénomène électrique se reproduit, mais avec une inversion des signes.

Nous allons préciser ce qui précède par un exemple : les cristaux de tourmaline ont un axe électrique qui coïncide avec l'axe principal du cristal ; on termine un prisme de cette substance par deux bases normales à l'axe et l'on recouvre ces deux bases de deux feuilles d'étain : celles-ci pourront servir à recueillir l'électricité. Si on déforme le cristal en le comprimant dans la direction de l'axe, c'est-à-dire en exerçant la pression sur les deux bases, les deux feuilles d'étain se chargeront d'électricités contraires, ce que l'on peut facilement constater en les mettant en communication avec un électromètre. Le phénomène sera de même sens que celui qui se produirait lors d'un refroidissement. Les feuilles d'étain étant déchargées lorsque l'on cessera d'exercer la pression, on observera un phénomène en sens inverse, c'est-à-dire de même sens que celui que produirait un échauffement. Enfin, en exerçant et en supprimant une traction, on observera des effets semblables à ceux que l'on obtient en supprimant et en exerçant une pression.

Dans ces expériences, toute l'électricité se dégage sur les bases ;

J. de Phys., 2^e série, t. I. (Juin 1882.)

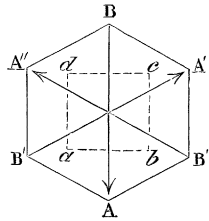
il est facile de le constater à l'aide d'un petit anneau métallique que l'on peut placer à diverses hauteurs le long du prisme et relier avec un électromètre, les feuilles d'étain des deux bases communiquant avec la terre; on n'observe jamais aucun effet électrique dans l'anneau lorsque l'on exerce une pression.

Mais il est un autre mode de déformation : on peut comprimer le cristal normalement à l'axe en recueillant toujours l'électricité sur les deux bases.

Dans le cas de la tourmaline, les phénomènes électriques sont de même sens par pression et décompression normalement à l'axe que par pression et décompression suivant l'axe.

Nous décrivons encore le phénomène dans le cas du quartz. Le quartz possède trois axes électriques horizontaux à 60° les uns des autres. Ces trois axes sont dirigés d'une arête à l'arête opposée du prisme hexagonal. Si l'on se représente l'hexagone régulier formé par la section droite du prisme de quartz, les axes pourront y être figurés en direction et en sens par des flèches (*fig. 1*).

Fig. 1.



Soit un parallélépipède rectangle taillé dans un morceau de quartz de telle sorte que deux faces soient normales à un axe électrique, deux normales à l'axe optique, les deux autres parallèles au plan défini par l'axe optique et l'axe électrique que l'on considère (a, b, c, d serait la base d'un pareil parallélépipède dans la *fig. 1*).

On devra toujours recueillir l'électricité sur les deux faces normales à l'axe électrique, qui seront à cet effet recouvertes de deux feuilles d'étain; mais il y aura trois modes de déformations différents :

1° On pourra comprimer suivant l'axe électrique et, dans ce cas, l'extrémité de l'axe qui se chargera positivement par pression sera

celle située du côté de l'arête qui porte les facettes du ditrièdre;

2° On pourra comprimer normalement au plan passant par l'axe optique et l'axe électrique; lors d'une pression, le phénomène électrique sera de sens contraire à celui qui avait lieu par pression dans le cas précédent;

3° On pourra comprimer suivant l'axe optique, et dans ce cas aucun phénomène électrique ne se produira.

Les axes latéraux du quartz ont été découverts par M. Friedel à l'aide d'un procédé particulier d'échauffement. Par le même procédé, M. Friedel a aussi montré l'existence de trois axes latéraux dans la tourmaline.

Ces trois axes sont tout à fait analogues à ceux du quartz, et tout ce que nous venons de dire sur ces derniers leur est applicable.

Dans la tourmaline, ils sont notablement plus faibles que l'axe principal; et leurs effets lors d'une déformation s'ajoutent simplement à ceux que nous avons décrits comme venant de l'axe principal.

II.

La forme des cristaux hémihédres à faces inclinées est en harmonie parfaite avec les phénomènes électriques que ces cristaux présentent.

Pour qu'une direction jouisse des propriétés des axes électriques dans un cristal, il est nécessaire que ce cristal soit privé des mêmes éléments de symétrie que ceux qui feraient défaut à un champ électrique dirigé suivant cette direction, c'est-à-dire : 1° qu'il n'ait pas de centre; 2° qu'il n'ait pas de plan de symétrie perpendiculaire à la direction en question; 3° qu'il n'ait pas d'axe de symétrie d'ordre pair perpendiculaire à cette direction.

Ces conditions sont nécessaires, et l'expérience montre qu'elles sont suffisantes dans le cas des cristaux. Les éléments de symétrie caractéristiques d'un phénomène sont ceux qui doivent nécessairement manquer pour que le phénomène puisse exister.

Tous les cristaux étudiés jusqu'ici, possédant des directions comme celles que nous venons de définir, ont présenté des phénomènes électriques analogues à ceux de la tourmaline et du quartz.

Dans la liste de ces substances on rencontre les groupements d'axes les plus variés :

La calamine, le sucre candi, l'acide tartrique possèdent un seul axe électrique.

La blende, le chlorate de soude, la boracite, le sel de Seignette en ont quatre.

M. Hanckel vient de reconnaître encore ces phénomènes dans la struvite et dans le tartrate de potasse. On doit du reste les retrouver dans tous les cristaux provenant de substances douées du pouvoir rotatoire.

III.

Nous allons énoncer les lois expérimentales que nous avons établies pour les quantités d'électricité dégagées, en étudiant plus particulièrement la tourmaline et le quartz. Nous supposerons que l'on a affaire à un parallélépipède rectangle et que l'on recueille l'électricité sur deux faces opposées entièrement recouvertes de feuilles d'étain :

1° *Les quantités d'électricité dégagées aux extrémités d'un axe lors d'une déformation sont égales et de signes contraires.*

2° *Les quantités d'électricité dégagées à une des extrémités sont égales et de signes contraires pour deux déformations inverses l'une de l'autre.*

3° *Les quantités d'électricité dégagées sur chaque extrémité sont proportionnelles à la variation de pression.*

4° *Pour une même variation de pression, lorsqu'elle s'exerce suivant la direction aux extrémités de laquelle on recueille l'électricité, les quantités d'électricité dégagées sont indépendantes des dimensions du cristal.*

5° *Pour une même variation de pression, lorsqu'elle s'exerce normalement à la direction suivant laquelle on recueille l'électricité, les quantités d'électricité dégagées sont proportionnelles au rapport de la longueur à l'épaisseur; elles sont indépendantes de la longueur du cristal.* Nous désignons ici par longueur la dimension parallèle à la direction suivant laquelle on agit; par épaisseur la dimension aux extrémités de laquelle on recueille, par largeur la troisième dimension.

Il est intéressant de rapprocher de ces lois celles que Gaugain a trouvées pour les phénomènes de pyro-électricité de la tourmaline :

1° *Les quantités d'électricité dégagées aux deux extrémités du cristal lors d'une variation de température sont égales et de signes contraires.*

2° *Les quantités d'électricité dégagées à une des extrémités sont égales et de signes contraires pour deux variations de température inverses l'une de l'autre.*

3° *Les quantités d'électricité dégagées à chaque extrémité sont proportionnelles à la variation de température.*

4° *Pour une même variation de température, les quantités d'électricité dégagées sont proportionnelles à la surface suivant laquelle on recueille; elles sont indépendantes de la troisième dimension du cristal.* Si l'on cherche, dans le cas des variations de température ou dans les deux cas de variation de pression que nous avons considérés, quelle relation il peut y avoir entre la déformation du cristal et la quantité d'électricité dégagée, on trouve pour chacun des trois cas pris séparément les lois suivantes :

1° *Pour un même cristal les quantités d'électricité dégagées sont proportionnelles à l'intensité de la déformation en chaque point.*

2° *Pour une même intensité de déformation en chaque point les quantités d'électricité dégagées sont proportionnelles à la surface suivant laquelle on recueille, et sont indépendantes de la troisième dimension du cristal.*

IV.

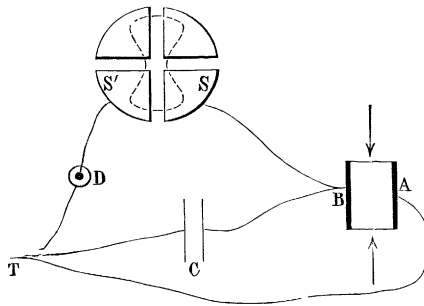
Voici la méthode que l'on peut adopter pour établir les lois que nous venons d'énoncer et pour déterminer en valeur absolue la quantité d'électricité dégagée.

L'aiguille d'un électromètre Thomson-Mascart étant chargée à l'aide d'une pile, on unit une des lames d'étain A (*fig. 2*) à la terre, l'autre lame B à l'un des couples de secteurs S de l'électro-

mètre et en même temps à un condensateur de capacité connue d'après ses dimensions géométriques (¹).

Cet ensemble de conducteurs étant isolé, on met l'autre couple de secteurs S' de l'électromètre en communication avec l'un des pôles d'un élément daniell D (l'autre pôle étant à terre). L'aiguille de l'électromètre dévie, et l'on ajoute des poids agissant sur le cristal jusqu'à ce que l'on ait ramené l'aiguille au zéro (cette opération se fait comme une pesée ordinaire, en plaçant et en retirant des poids, la quantité d'électricité dégagée ne dépendant que de

Fig. 2.



la pression finale). La lame d'étain B , l'étalon de capacité C et les deux secteurs S' sont alors au potentiel d'un daniell, et l'on connaît le poids qui a été nécessaire pour arriver à ce résultat. On répète la même opération après avoir supprimé l'étalon de capacité. La différence des poids obtenus dans le premier et le deuxième cas représente le poids nécessaire pour porter l'étalon de capacité au potentiel d'un daniell. L'expérience que nous venons de décrire est susceptible de donner des mesures précises, si toutes les pièces sont bien isolées.

La quantité d'électricité dégagée par une pression de 1^{kg} exercée sur un cristal de tourmaline dans la direction de l'axe est susceptible de porter une sphère de $14^{\text{cm}},3$ au potentiel d'un daniell, c'est-à-dire qu'elle est égale à $0,053$ unités C.G.S. électrostatiques. La quan-

(¹) Nous nous sommes servis d'un condensateur cylindrique formé de deux pièces, avec lequel on peut éliminer l'erreur due aux extrémités.

tité d'électricité dégagée par une pression de 1^{kg} exercée sur un cristal de quartz dans la direction de l'axe est susceptible de porter une sphère de $16^{\circ},8$ au potentiel d'un daniell, c'est-à-dire qu'elle est égale à $0,063$ unités C.G.S. électrostatiques. Lorsque la pression s'exerce normalement au plan contenant l'axe optique et l'axe électrique, la quantité d'électricité dégagée est proportionnelle au rapport des deux dimensions du cristal normales à l'axe optique : lorsque ce rapport est égal à l'unité, la quantité d'électricité est la même que par pression suivant l'axe.

V.

Un cristal hémihédre constitue une source d'électricité jouissant de propriétés spéciales et nouvelles qui peuvent être utilisées ; il permet de fournir à un conducteur des quantités d'électricité que l'on peut choisir d'avance ou faire varier à l'aide de véritables pesées. La propriété que possède le cristal de donner des quantités d'électricité proportionnelles aux pressions exercées permet de faire des mesures en se servant de l'électromètre comme d'un électroscope, c'est-à-dire en ramenant toujours l'image au zéro.

Si l'on se reporte à l'expérience qui a permis de mesurer les quantités d'électricité dégagées, on peut substituer au condensateur de capacité connue un conducteur quelconque et, en répétant l'expérience, déterminer sa capacité. De même on peut remplacer l'élément daniell par une autre pile et en déduire ensuite la force électromotrice (¹). Enfin on peut évaluer une charge en cherchant quel poids il faut placer sur le cristal pour produire une quantité d'électricité égale et contraire et annuler la charge.

(¹) Ces méthodes présentent de réels avantages : on peut s'arranger de façon à exercer la pression presque au même moment que celui où l'on fait communiquer la pile à l'électromètre, et la mesure revient à chercher le poids nécessaire pour que, après cette double opération, l'image reste au zéro.