



**HAL**  
open science

# Haüy et l'électricité. De la démonstration-spectacle à la diffusion d'une science newtonienne

Christine Blondel

► **To cite this version:**

Christine Blondel. Haüy et l'électricité. De la démonstration-spectacle à la diffusion d'une science newtonienne. *Revue d'Histoire des Sciences*, 1997, 50 (3), pp.265-282. halshs-00172100

**HAL Id: halshs-00172100**

**<https://shs.hal.science/halshs-00172100>**

Submitted on 14 Sep 2007

**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.

# Haüy et l'électricité : De la démonstration-spectacle à la diffusion d'une science newtonienne

Christine BLONDEL (\*)

**RÉSUMÉ.** — Le rôle de Haüy comme « grand législateur de la minéralogie » — selon l'expression de Cuvier — a laissé dans l'ombre son activité dans le domaine de l'électricité. Il est vrai que le phénomène découvert par Haüy — l'électricité de pression — a perdu son intérêt pour les physiciens à la fin du siècle. C'est l'analyse de l'évolution des attitudes de Haüy envers l'électricité qui présente pour nous de l'intérêt en ce qu'elle permet de mieux comprendre la puissance — et l'ambiguïté — du mouvement collectif qui bouleverse la physique française de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, mouvement dont il fut un acteur majeur. Dans les années 1770, ce religieux se comporte comme tous les amateurs d'électricité en démontrant publiquement ses propriétés spectaculaires. Lorsqu'il se consacre à fonder la cristallographie sur la géométrie, il n'oublie pas les amateurs de minéraux ; il leur propose une classification simplifiée des cristaux suivant leurs propriétés électriques, propriétés à établir avec des instruments électriques qualitatifs. Mais lorsque Coulomb fait connaître sa *loi fondamentale* de l'électricité, appuyée sur une expérience hautement technique et de grande sensibilité, Haüy se convertit à cette nouvelle science de l'électricité. Bien que non mathématicien et étranger à ce type d'expérience — c'est là que réside l'ambiguïté — Haüy se fait l'ardent diffuseur de cette électricité radicalement nouvelle qui rejette les amateurs hors du champ de la science. Devenu membre reconnu de la communauté physico-mathématique parisienne, Haüy s'est parfaitement intégré dans la démarche mise en avant par ses confrères de l'Académie, Lavoisier, Laplace ou Coulomb, et a définitivement quitté le royaume des amateurs de cristaux ou d'étincelles.

**MOTS-CLÉS.** — René-Just Haüy ; amateur ; mathématisation ; électricité ; piézoélectricité.

**SUMMARY.** — *Haüy's role as the « great legislator of mineralogy » — to use Cuvier's expression — has led to forget his involvement in the field of electricity. It is true that the phenomenon of electricity by pressure that he discovered lost its relevance for physicists of the end of the century. I shall study the change in Haüy's attitude regarding electricity, in order to bring out the strength, as well as the ambiguity, of the general evolution which took place in French physics at the end of the 18th century, an evolution in which he played a major part.*

(\*) Christine Blondel, Centre de recherche en histoire des sciences et des techniques, Cité des sciences et de l'industrie, 75930 Paris Cedex 19.

*In the 1770s our clergyman conducts himself like all amateurs of electricity, by staging public demonstrations of its spectacular properties. When he endeavours to found cristallography on geometry, he does not forget amateurs of minerals, offering them a simplified classification of cristals according to their electric properties to be established with the help of qualitative electric instruments. But when Coulomb makes known his fundamental law of electricity, based on a highly technical and sensitive experiment, Haüy is converted to this new science of electricity. Although he is neither a mathematician nor a practitioner of this type of experiment — here lies the ambiguity — he becomes a fervent defender of this completely new brand of electricity, which excludes amateurs from the field of science. Once recognized as a member of the Parisian community of physicists and mathematicians, Haüy fully adopts the approach set forth by his colleagues of the Académie, Lavoisier, Laplace, and Coulomb; and he quits for good the realm of amateurs of cristals and sparks.*

**KEYWORDS.** — René-Just Haüy; amateur; mathematization; electricity; piezoelectricity.

Haüy est connu comme cristallographe et minéralogiste. Mais si l'on considère l'ensemble de sa production scientifique, on constate qu'il a consacré environ un dixième de ses articles scientifiques et un ouvrage entier à l'électricité (1). L'intérêt pour nous de cette production réside moins dans ce qu'elle a pu apporter de nouveau à la science que dans ce qu'elle révèle du tournant de la physique française pendant la période d'activité scientifique de Haüy, entre les années 1780 et les années 1820. Dans un premier temps, Haüy s'est adonné à la physique expérimentale du xviii<sup>e</sup> siècle. A côté de la musique et de la botanique, il a pratiqué l'électricité en amateur, se comportant comme les démonstrateurs publics tel l'abbé Nollet, son ancien professeur et collègue au collège de Navarre. Quand l'intérêt de Haüy se tourne résolument vers la cristallographie, l'électricité change de statut pour lui. Elle devient une propriété physique parmi d'autres, susceptible de l'aider dans son objectif premier, à savoir distinguer et classer les différents cristaux. Ce qu'il baptisa lui-même sa « petite découverte », l'électricité de pression, phénomène oublié et souvent confondu avec la piézoélectricité, lui assura une place honorable dans l'histoire de l'électricité pour près d'un siècle et peut être aujourd'hui l'occasion de s'interroger sur les processus d'évaluation rétrospective des découvertes scientifiques. L'annonce par Coulomb en 1785 de sa

(1) Dans la bibliographie de Haüy établie par Alfred Lacroix (*La vie et l'œuvre de l'abbé René-Just Haüy, Bulletin de la Société française de minéralogie*, 67 (1944), 95-105), on trouve 14 références concernant l'électricité et le magnétisme sur un total de 140 références.

loi des attractions et répulsions électriques, identique à la loi d'attraction gravitationnelle de Newton et permettant une mathématisation de l'électricité, entraîne Haüy sur une nouvelle voie. Rapidement converti à l'électricité newtonienne de Coulomb, Haüy s'inscrit dans le mouvement de mathématisation de la physique et de la chimie mis en avant par Lavoisier, Laplace, Coulomb, et lui-même pour la cristallographie. Il va alors se faire diffuseur, malgré sa faible formation mathématique, des nouveaux fondements de l'électricité et du magnétisme au travers de ses enseignements et de son *Traité élémentaire de physique*.

#### LA PRATIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ EN AMATEUR

Dans son éloge de Haüy, Cuvier mentionne que celui-ci prit goût aux expériences de physique au collège de Navarre, au contact de Mathurin Brisson, et qu'à ses moments de loisir, il faisait des expériences d'électricité, même si, ajoute Cuvier, c'était pour lui un délassement plutôt qu'une étude (2). On peut penser que c'est d'abord et surtout grâce au plus célèbre démonstrateur français de physique expérimentale du XVIII<sup>e</sup> siècle, l'abbé Nollet, que le jeune Haüy prit contact avec la physique et plus particulièrement l'électricité. En effet lorsqu'il entre comme élève au collège de Navarre, vers 1755, c'est Nollet qui détient la chaire de physique expérimentale récemment créée pour lui. Celui-ci n'y sera remplacé par Brisson qu'en 1768, deux ans avant le départ de Haüy devenu entre-temps professeur de latin et de grammaire au même collège (3). Pendant une douzaine d'années, Haüy put donc écouter Nollet comme professeur puis comme collègue. Or le collège de Navarre fut un des lieux privilégiés pour les démonstrations publiques du

(2) Georges Cuvier, Eloge historique de M. Haüy, *Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France*, VIII (1829), cXLVIII.

(3) Jean Torlais, *L'Abbé Nollet 1700-1770 : Un physicien au Siècle des lumières* (Paris : Sipuco, 1954), 187-200. On sait que Haüy a étudié les écrits de Nollet, d'après ses quelques notes manuscrites « Sur le cours de physique expérimentale de Nollet », Archives du Muséum, Haüy M812, 127-128; René Taton, Mathurin Brisson, in *Dictionary of scientific biography*, ed. C. C. Gillispie, t. 1 (New York : Charles Scribner's sons, 1970), 474; *Op. cit.* in n. 1, 18-19.

répertoire de Nollet, avec son amphithéâtre de plus de six cents places construit spécialement pour le cours de physique. La plus spectaculaire des expériences de Nollet, la décharge électrique à travers une chaîne humaine, fut reproduite à plusieurs reprises à Navarre avec plus de six cents personnes, dont sans doute les élèves du collège (4)...

Avec Nollet, comme ensuite avec son disciple Brisson, règnent les expériences qualitatives et la recherche des effets les plus intenses. En électricité, Nollet s'était fait le champion d'une théorie des « effluences et affluences » émises par les corps électrisés qui faisait également intervenir l'air ambiant. Dans cette théorie mécaniste, les phénomènes électriques s'expliquent par des transferts de matière d'un corps à l'autre. Mais plus que les options théoriques de Nollet, c'est certainement la richesse du cabinet de physique qu'il créa au collège de Navarre, comprenant plus de deux cents instruments différents, qui constitua pour Haüy une incitation à la pratique de l'électricité en amateur (5). Par ailleurs, l'électricité fournissait alors non seulement une série inépuisable d'expériences spectaculaires mais également un élément d'explication essentiel de la philosophie naturelle et de l'économie de la nature. Manifeste dans les phénomènes atmosphériques, présumée dans les accidents de la surface terrestre tels les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, recherchée et agissante à l'intérieur des organismes vivants, l'électricité attire nombre de naturalistes tels Buffon, Lacépède ou Lamarck (6).

Haüy conserve cet intérêt d'amateur pour l'électricité au collège du Cardinal-Lemoine où il se lie d'étroite amitié avec un autre professeur, Charles Lhomond, auteur de manuels de grammaire

(4) Joseph Sigaud de La Fond, *Précis historique et expérimental des phénomènes électriques depuis l'origine de cette découverte jusqu'à ce jour* (Paris, 1781), 293.

(5) Sur le cabinet du collège de Navarre et les instruments de Nollet, voir Jean Torlais, *La physique expérimentale*, in René Taton, *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII<sup>e</sup> siècle*, 2<sup>e</sup> éd. (Paris : Hermann, 1986), 633; Maurice Daumas, *Les Instruments scientifiques aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles* (Paris : PUF, 1953), 191-194; Jean-Antoine Nollet, *Programme ou idée générale d'un cours de physique expérimentale avec un catalogue raisonné des instruments* (Paris, 1738).

(6) John L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th centuries : A study of early modern physics* (Berkeley : Univ. of California Press, 1979); Roderick W. Home, *Electricity and experimental physics in 18th-century Europe* (Hampshire : Variorum, 1992); Id., *The Effluvial Theory of electricity* (New York : Arno Press, 1981); Simon Schaffer, *Natural philosophy and public spectacle in the eighteenth century*, *History of science*, XXI (1983), 1-43.

réédités tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle, qui l'initie à la botanique. La passion de l'herborisation — Haüy constituera un herbier de près de 2 000 plantes et soumettra à l'Académie des sciences un mémoire sur la manière de réaliser les herbiers — va aller de pair avec celle de l'électricité comme on peut le voir dans la correspondance entre Haüy et Lhomond. Lors de vacances dans son village natal de Saint-Just, où il partage ses journées entre musique, botanique et physique, Haüy écrit en 1779 à son ami Lhomond resté à Paris :

« Je m'occupe peu de musique [Haüy pratiquait le violon et le clavicécin]; on ne m'en laisse pas le temps. La machine électrique anglaise qui produit de très-grands effets, a le premier rang. Je suis continuellement obsédé de spectateurs; il tonne à chaque instant chez moi. Heureusement, ce n'est que la foudre en miniature (7)!... »

Comment ce modeste professeur de collège pouvait-il utiliser à la campagne une machine électrique qui produisait « de très-grands effets » : machine transportée du collège? machine personnelle ou propriété du couvent voisin? Peut-être s'agissait-il d'une machine provenant du cabinet du duc de Chaulnes, membre de l'Académie des sciences passionné par les instruments de précision qui possédait une remarquable collection d'instruments dont plusieurs machines électriques. En effet Lhomond était originaire de Chaulnes, village situé en Picardie comme le village natal de Haüy, et avait certainement été en relation avec le duc de Chaulnes. La plus puissante des machines électriques du duc de Chaulnes, conservée jusqu'à nos jours au musée des Arts et Métiers, qui avait coûté plus de 800 livres à l'époque, comporte un disque de verre de 1,60 m de diamètre et produisait des étincelles de 60 cm de long, correspondant à une tension de plusieurs centaines de milliers de volts. L'inscription latine sur le socle de cette machine fait précisément allusion au feu du ciel, comme Haüy dans sa lettre à Lhomond (8). En tout cas, la machine utilisée par Haüy est du même type,

(7) Henri Moulin, Lhomond et Haüy, professeurs au collège du Cardinal-Lemoine et amis intimes (1727-1822), *Mémoires de l'académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen* (1884), 431.

(8) « *Ignis ubique latet / Naturam amplectitur omnem.* » (Le feu se trouve caché partout et enveloppe toute la nature.) Voir Willem D. Hackmann, *Electricity from glas* (Alphen : Sijthoff & Noordhoff, 1978), 151. La machine du duc de Chaulnes est décrite par Sigaud de La Fond, *op. cit.* in n. 4, 60-67.

« anglaise », c'est-à-dire à disque de verre, mais certainement plus petite que la grande machine du duc de Chaulnes. Et Haüy de poursuivre en vers sa missive à Lhomond :

« Que de merveilles surprenantes  
 Pour nos Picards qui n'ont rien vu !  
 On vient, on se range à la file :  
 Au signal, la flamme subtile  
 Sort et frappe un coup imprévu  
 Sur la troupe qui l'environne,  
 Et qui, reculant quatre pas,  
 Ouvre de grands yeux, et s'étonne  
 De retrouver encor ses bras (9). »

Le jeune abbé se comporte ici comme les nombreux démonstrateurs de foire qui dans tous les pays européens font connaître au public les pouvoirs redoutables et les charmes de l'électricité. Haüy possède encore une machine électrique dans sa chambre au collège du Cardinal-Lemoine, en 1792. En effet, d'après Cuvier, lorsque les révolutionnaires pénétrèrent dans sa chambre et lui demandèrent s'il n'avait pas d'arme à feu, il aurait répondu qu'il n'en avait pas d'autre que sa machine électrique dont il aurait tiré séance tenante une étincelle (10)...

Ce goût pour les aspects spectaculaires des expériences est parfaitement représentatif de la culture expérimentale de la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle. Mais c'est précisément dans les années 1780-1790 qu'une partie des physiciens français commencent à adopter une attitude radicalement différente. Une quinzaine d'années après ces expériences publiques, dans une de ses leçons de physique à l'École normale de l'an III, Haüy emploie un tout autre discours lorsqu'il met en garde ses auditeurs à propos d'une expérience sur les aimants :

« Je vais vous présenter la même expérience sous la forme plus agréable d'un tour de charlatan ; c'est ce que faisait Comus [alias Nicolas Ledru, célèbre démonstrateur et praticien de l'électricité médicale]. Mais il avait bien soin de cacher son jeu au lieu qu'après avoir fait le tour, je mettrai en évidence les aiguilles qui le produisent et je vous en donnerai l'explication physique (11). »

(9) *Op. cit.* in n. 7.

(10) *Op. cit.* in n. 2, CLXIII.

(11) Manuscrit d'une leçon sur le magnétisme, Archives du Muséum, Haüy 1402.

Et Haüy explicite la différence entre le charlatan et le physicien : le premier cache le mécanisme du tour pour se dire possesseur d'un art magique, tandis que le second dévoile et explique ce mécanisme. Dans l'édition imprimée de ses leçons à l'Ecole normale, la référence à Comus est supprimée et Haüy soutient que cette expérience curieuse (il s'agit d'alternances successives d'attractions et de répulsions entre aimants) est « pour ainsi dire, dégradée » par le soupçon d'artifice de la part du physicien (12). Ce qui faisait la valeur de l'expérience, d'abord pour le spectacle public puis pour l'enseignement oral, la fait dorénavant rejeter du cours imprimé.

#### L'ÉLECTRICITÉ ET LE MAGNÉTISME AU SERVICE DE LA CRISTALLOGRAPHIE

Lorsqu'il commence à se consacrer à la cristallographie et à la minéralogie, Haüy étudie tous les moyens utilisés avant lui pour distinguer et classer les espèces minérales. Il fonde ses premiers espoirs sur les propriétés chimiques mais, après avoir fait le bilan de la « longue guerre entre la Chimie et la Cristallographie (13) », il abandonne les critères chimiques au profit d'une classification strictement fondée sur la structure géométrique. Les propriétés physiques vont en revanche conserver leur intérêt pour lui tout au long de ses recherches, même si la géométrie règne en maître. Outre le fait que l'étude des propriétés physiques est souvent non destructive, souligne-t-il, ces propriétés peuvent, à la différence encore de l'analyse chimique, fournir des indications sur la structure intime des cristaux (14). Parmi toutes les propriétés physiques requises,

(12) *Les Ecoles normales*, t. 6 (Paris : Impressions du Cercle social, 1800), 229.

(13) René-Just Haüy, *Traité de minéralogie* (Paris, 1822), t. I, xv. Sur la cristallographie de Haüy, voir John G. Burke, *Origins of the science of crystals* (Berkeley : Univ. of California Press, 1966), 91-94 ; Seymour H. Mauskopf, Crystals and compounds : Molecular structure and composition in 19th century France, *Transactions of the American Philosophical Society*, 66/3 (1976), 5-82.

(14) René-Just Haüy, Mémoire sur les propriétés électriques de plusieurs minéraux, *Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences pour 1785* (1788), 206-209.

propriétés optiques, couleur, dureté et densité, les propriétés électriques et magnétiques occupent une place importante. La seule propriété électrique des cristaux étudiée jusqu'alors était la pyroélectricité de la tourmaline. Haüy montre que nombre d'autres cristaux possèdent la même faculté de produire, par simple chauffage, des électrisations contraires en deux zones opposées du cristal et il relie la direction de l'effet pyroélectrique à des caractéristiques géométriques des cristaux (15). Avec une méthode explicitement calquée sur celle utilisée par Coulomb quelques mois auparavant pour déterminer la position des pôles d'un aimant, il détermine la position des pôles électriques d'une tourmaline chauffée. Coupant une tourmaline en deux, Haüy reproduit encore l'expérience de l'aimant brisé et y applique une interprétation strictement parallèle à celle de Coulomb concernant l'aimant : « ... on peut considérer chaque molécule d'une tourmaline chauffée comme un petit corps électrique, dont une extrémité est dans l'état positif, et l'autre dans l'état négatif (16). » S'appuyant sur l'hypothèse magnétique de Coulomb, Haüy en étend le champ d'application à l'électricité.

A l'intérieur même des cristaux pyroélectriques, il introduit un ordre suivant la durée de conservation de l'électricité acquise. La conductibilité électrique, la nature de l'électricité, positive ou négative, développée par le frottement, la facilité avec laquelle un cristal chargé se décharge à distance d'un autre corps, fournissent encore d'autres critères de classement. Haüy parvient ainsi à classer les minéraux en quatre classes suivant les seuls critères électriques (17). Alors que sa classification géométrique est réservée aux mathématiciens, cette classification électrique s'adresse aux praticiens et aux collectionneurs afin de leur permettre de reconnaître une pierre lorsqu'elle a été taillée et qu'on ne peut ni en prélever un morceau ni la détériorer par une analyse chimique. Si, comme l'a souligné

(15) René-Just Haüy, Observations sur les propriétés électriques du borate magnésio-calcaire, *Annales de chimie*, IX (1791), 59-63; Id., Observations sur la vertu électrique que plusieurs minéraux acquièrent à l'aide de la chaleur, *Journal d'histoire naturelle*, I (1792), 449-461; Id., *Traité de minéralogie* (Paris, 1801), t. 1, 237.

(16) *Op. cit.* in n. 15 (1792), 461.

(17) René-Just Haüy, *Traité des caractéristiques physiques des pierres précieuses pour servir à leur détermination lorsqu'elles ont été taillées* (Paris, 1817) et Id., *Mémoire sur l'électricité des minéraux*, *Annales de chimie et de physique*, VIII (1818), 383-401.

Hélène Metzger, Haüy rejette de fait les non-géomètres hors du champ de la nouvelle cristallographie, il tient cependant encore compte des amateurs dont lui-même fit si longtemps partie (18).

#### DE LA « PETITE DÉCOUVERTE » À L'OUBLI TOTAL : L'ÉLECTRICITÉ DE PRESSION

C'est dans le cadre de ses recherches sur l'électricité au service de la cristallographie qu'en 1817, Haüy publie la description de ce qu'il qualifia lui-même de « petite découverte », l'électricité de pression (19). Pour lui, il s'agit d'un effet relativement secondaire, un mode curieux et simple d'électrisation à côté de l'électrisation par frottement ou par chauffage. La simple compression d'un cristal de spath calcaire entre les doigts électrise positivement ce cristal. Une seule sorte d'électricité, souligne Haüy, apparaît alors sur le cristal. Ce fait distingue donc nettement l'électricité de pression de la pyroélectricité, où apparaissent simultanément des charges contraires. Quelques années après la publication de Haüy, Antoine-César Becquerel confirme l'apparition d'électricité sur divers corps sous l'action de la pression et montre à l'aide d'une balance de Coulomb que la charge électrique créée se trouve, jusqu'à une certaine valeur de la pression, sensiblement proportionnelle à celle-ci (20). L'électricité de pression, à laquelle se trouvent désormais associés les noms de Haüy et Becquerel, figure par la suite en bonne place dans les encyclopédies et traités de physique français (21).

Lors de leur découverte, en 1880, de la piézoélectricité du quartz, Pierre et Jacques Curie distinguèrent le phénomène qu'ils venaient de mettre en évidence de celui de Haüy, rappelant que si le spath

(18) Hélène Metzger, *La Genèse de la science des cristaux* (Paris : Blanchard, 1969 ; 1<sup>re</sup> éd. : 1918), 224.

(19) René-Just Haüy, Sur l'électricité produite dans les minéraux à l'aide de la pression, *Annales de chimie et de physique*, V (1817), 95-101 ; Id., *Traité élémentaire de physique*, 3<sup>e</sup> éd. (Paris, 1821), t. 1, 402-404.

(20) Antoine-César Becquerel, Expériences sur le développement de l'électricité par la pression ; lois de ce développement, *Annales de chimie et de physique*, XXII (1823), 5-34 ; Id., De quelques phénomènes électriques produits par la pression et le clivage des métaux, *ibid.*, XXXVI (1827), 265-271.

(21) Par exemple : Pierre-Adolphe Daguin, *Traité élémentaire de physique*, t. 3 (Paris, 1861), 291-292 ; *Encyclopédie moderne*, t. 13 (Paris, 1866), 637.

se charge bien d'électricité sous la pression, c'est d'une seule sorte d'électricité, à la différence de la piézoélectricité où apparaissent des charges contraires en deux zones opposées du cristal. L'électrisation par la pression de Haüy est attribuée par les frères Curie à un phénomène de surface, entièrement différent, et dont l'effet était insensible dans les conditions de leurs expériences (22).

En outre, d'après les conditions de symétrie nécessaires pour qu'un cristal puisse être piézoélectrique, conditions précisées par les Curie, le spath ne peut présenter d'effet piézoélectrique. L'électricité de pression de Haüy ne relève donc pas de la piézoélectricité. La distinction explicitée par les Curie témoigne cependant qu'en 1880, l'électricité de pression était un phénomène reconnu et bien identifié. Mais par la suite le doute est jeté sur les observations de Haüy et Becquerel. Pour Ernest Mallard, professeur à l'Ecole des mines, les assertions de Haüy mériteraient d'être vérifiées et il se pourrait bien que l'électricité développée dans ses expériences dût être simplement attribuée au frottement. Woldemar Voigt, qui étudia en détail la piézoélectricité, se montre encore plus radical dans sa désignation du frottement comme cause certaine des observations de Haüy (23). La plupart des ouvrages ultérieurs de cristallographie ne mentionnent plus l'électricité de pression de Haüy (24). La force du cadre théorique mis en place par les Curie, qui intègre à la fois la piézoélectricité et la pyroélectricité, a éliminé ce qui est devenu un mode marginal, presque anecdotique, de production d'électricité, sans intérêt pratique ni interprétation théorique. Qu'au cours du xx<sup>e</sup> siècle, électricité de pression et piézoélectricité aient souvent été confondues et qu'un rôle ait été attribué à Haüy dans la découverte de la piézoélectricité se comprend dans la mesure où le phénomène qu'il avait observé a disparu du champ de la science contemporaine (25).

(22) Jacques et Pierre Curie, Développement, par pression, de l'électricité polaire dans les cristaux hémihédres à faces inclinées, *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, 91 (1880), 294.

(23) Ernest Mallard, *Traité de cristallographie géométrique et physique*, t. II (Paris, 1884), 554-555; Woldemar Voigt, *Lehrbuch der Kristallphysik* (Leipzig : Teubner, 1910), 801. Suivant le conseil de Mallard, nous avons pu vérifier expérimentalement, grâce à Naum Kipnis du Bakken Museum (Minneapolis), que la compression d'un cristal de spath l'électrise positivement.

(24) Par exemple : Georges Friedel, *Leçons de cristallographie* (Paris : Hermann, 1911); Henri Bouasse, *Etude des symétries. Cours de physique* (Paris : Delagrave, 1909), 253.

(25) Par exemple : R. Hooykaas, René-Just HAÜY, *Dictionary of scientific biography*, op. cit. in n. 3, t. 6 (1972), 178 ou Gaston Bachelard, La Piézo-électricité, in *Le Rationalisme appliqué*, 5<sup>e</sup> éd. (Paris : PUF, 1975), 194.

Lors de ces études purement qualitatives, Haüy met en œuvre et imagine des instruments simples. Pour Cuvier, il faut y voir l'influence de ses premiers « amusements de physique (26) ». On peut y détecter plutôt un transfert de pratique instrumentale entre deux disciplines alors bien distinctes et de niveaux d'expérimentation très différents, la physique et la minéralogie. Haüy laisse ainsi son nom à des objets d'utilisation aisée pour des non-physiciens. Sa pince électrique, simple pince à manche isolant pour tenir un cristal électrisé et son électromètre, aiguille isolante mobile sur un pivot comportant un cristal de spath à une de ses extrémités, destiné à déterminer la nature positive ou négative d'une charge, deviennent des instruments classiques, diffusés aussi bien en France qu'à l'étranger (27). Haüy insiste sur la simplicité des expériences électriques qu'il propose aux minéralogistes.

Il met ainsi l'électricité, à côté d'autres propriétés physiques, au service d'une stratégie de classification des cristaux et par l'utilisation de cette classification qui impose des méthodes physiques, il crée une nouvelle catégorie de spécialiste, le « minéralogiste-physicien », ou plutôt vise à intégrer la minéralogie, alors liée à l'histoire naturelle, dans le champ de la physique (28).

#### LA DIFFUSION D'UNE SCIENCE NEWTONIENNE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DU MAGNÉTISME

La théorie cristallographique de Haüy, fondée sur la construction géométrique d'un cristal par empilement régulier de polyèdres élémentaires, a immédiatement séduit les mathématiciens et les physiciens français par son caractère géométrique et systématique. La foi de Haüy dans la simplicité des lois de la nature, soulignée par J. Burke, est si puissante qu'elle l'entraîne à « arranger » certains

(26) *Op. cit.* in n. 2, CLXXI.

(27) René-Just Haüy, *Traité des caractères physiques des pierres précieuses* (Paris, 1817), 117-120. Voir aussi Daguin, *op. cit.* in n. 21, et pour l'étranger, par exemple, Francis Watkins et William Hill, *A new and enlarged descriptive catalogue of (...) instruments and apparatus* (London, 1840), 64, 85.

(28) René-Just Haüy, *Mémoire sur les propriétés électriques de plusieurs minéraux, Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences pour 1785* (1788), 206-209.

résultats de mesure d'angle des cristaux pour prouver sa loi des troncutures rationnelles et, ultérieurement, à refuser de tenir compte des mesures précises effectuées au goniomètre de Wollaston, afin de préserver des rapports simples entre les angles. Il faut être prêt à ignorer certaines observations qui constituent des petites déviations par rapport aux déductions du calcul. Ce sacrifice fait à la science est indispensable pour qu'un « fait unique » permette de relier une multitude de faits en apparence très différents (29).

À l'Académie des sciences, cette foi dans la simplicité des lois de la nature et dans la possibilité de déduire une multitude de phénomènes d'un seul principe, et ceci à l'aide des mathématiques, est largement partagée (30). Le projet de Haüy de fonder la cristallographie sur la géométrie reçoit le soutien immédiat de Laplace qui l'engage à lire ses premiers travaux devant l'Académie et rédige ensuite un rapport extrêmement élogieux sur son *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux* (Paris, 1783). Son élection rapide à l'Académie témoigne du soutien actif qu'il reçoit de Laplace et des membres de la section de mathématiques face aux naturalistes qui soutiennent le botaniste Desfontaines. Lagrange, Lavoisier, Laplace, Fourcroy, Berthollet et Guyton de Morveau lui demandent des leçons particulières de cristallographie (31). Bref, Haüy s'insère dans le milieu des mathématiciens, physiciens et chimistes plutôt que dans celui des minéralogistes et des naturalistes.

Dans le domaine de l'électricité et du magnétisme, Haüy, qui jusqu'alors ne s'est occupé que de l'aspect expérimental, va également se placer du côté des partisans de la mathématisation de la physique. La théorie effluviste de Nollet était encore vigoureuse parmi les électriciens français dans les années 1770, défendue en particulier par Mathurin Brisson, l'ancien collègue de Haüy au collège de Navarre. Cette théorie ne pouvait satisfaire Laplace ou Berthollet. La théorie de Franklin proposait une algébrisation de l'électricité avec son décompte de la matière électrique en plus ou en moins, mais s'intéressait peu au mécanisme des interactions élec-

(29) Burke, *op. cit.* in n. 13, 91-94; René-Just Haüy, *Traité de cristallographie* (Paris, 1822), introduction.

(30) Christian Licoppe, *La Formation de la pratique scientifique* (Paris : La Découverte, 1996).

(31) Roger Hahn, The Laplacean view of calculation, in T. Frängsmyr, J. L. Heilbron, and R. Reider eds, *The Quantifying Spirit in the 18th century* (Berkeley : Univ. of California Press, 1990), 371-372; *Op. cit.* in n. 1, 25-27; *Op. cit.* in n. 2, CLIV-CLV.

triques. Il existait bien une théorie fondée explicitement sur des actions à distance et qui prolongeait le travail de Franklin mais son auteur, le physicien allemand Franz Aepinus, l'avait présentée dans un ouvrage rédigé en latin, *Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi*, publié en 1759 à Saint-Petersbourg et peu diffusé. Coulomb semble avoir été le premier à le lire attentivement en France. Dès son premier mémoire sur les aimants de 1777, il accorde en effet une place notable à la théorie d'Aepinus qu'il estime grandement. Au début des années 1780, Monge fait rédiger un résumé du *Tentamen* à son usage (32). L'intérêt pour la théorie électrique et magnétique d'Aepinus, certainement avivé par les séjours de Volta, Franklin et Van Marum à Paris dans la première moitié des années 1780, se répand parmi les membres de l'Académie.

Lorsqu'il a étudié la pyroélectricité de la tourmaline en 1785, Haüy n'a pu manquer de venir à Aepinus, qui avait été le premier à étudier ce phénomène en détail. Que ce soit en prolongement de cet intérêt ponctuel pour la pyroélectricité ou qu'il soit directement stimulé — en tant que latiniste émérite — par Coulomb, Monge ou Laplace, Haüy se lance peu après ses recherches sur la pyroélectricité dans la rédaction d'une adaptation du traité d'Aepinus, à destination du public français (33).

A la lecture de cet ouvrage, *l'Exposition raisonnée de la théorie de l'électricité et du magnétisme, d'après les principes de M. Aepinus*, publié en 1787, on sent que Haüy ressentait le besoin de faire le point sur les différentes théories électriques dont il n'était pas spécialiste, malgré l'habitude qu'il avait des expériences électriques. Certes il présente la théorie d'Aepinus, avec ses hypothèses d'un fluide électrique et d'un fluide magnétique, d'une action à distance (sans précision sur la nature de la loi) et de combinaisons de forces d'attraction et de répulsion entre corps électrisés. Mais Haüy inclut également les travaux tout récents de Coulomb dont il a pu écouter les exposés présentant ses mémoires et observer la balance de torsion à l'Académie. Coulomb commence en effet

(32) Sur la diffusion d'Aepinus en Europe, voir Roderick W. Home, *Introductory monograph and notes [to], Aepinus, Essay on the theory of electricity and magnetism* (Princeton : Princeton Univ. Press, 1979), 186-224; René Taton, *L'Œuvre scientifique de Monge* (Paris : PUF, 1951), 326.

(33) Sur l'intérêt porté par Lavoisier et Laplace à l'électricité, voir John L. Heilbron, *Weighing imponderables and other quantitative science around 1800, Historical Studies in physical and biological sciences*, 24 (1993), 13-15.

la lecture de ses mémoires sur l'électricité et le magnétisme en 1785. Il modifiait la théorie d'Aepinus par le recours à deux fluides électriques au lieu d'un, ce qui éliminait la difficulté rencontrée par Aepinus pour expliquer la répulsion entre deux corps ayant perdu du fluide électrique. Mais surtout, se fondant sur l'utilisation d'une balance de torsion d'une très grande sensibilité, Coulomb présentait des mesures de la force s'exerçant entre deux petites sphères chargées ou entre deux pôles d'aimant et en concluait que les forces électriques et magnétiques décroissent en raison inverse du carré de la distance, c'est-à-dire comme la force de gravitation (34).

On trouve cependant dans cette présentation des travaux d'Aepinus et de Coulomb par Haüy des traces de la théorie de Nollet, avec l'utilisation des termes d'affluence et d'effluence. La sphère d'activité entourant un corps électrisé, notion familière aux expérimentateurs du XVIII<sup>e</sup> siècle, se trouve également présente alors qu'elle perd son sens dans la théorie de Coulomb où l'action électrique n'est pas limitée à une distance donnée et s'étend — théoriquement — jusqu'à l'infini (35). Malgré une volonté explicite de suivre la théorie d'Aepinus et son prolongement par Coulomb, il n'était pas facile d'en réaliser la synthèse avec le savoir traditionnel des électriciens. Laplace signe néanmoins, en préambule à l'ouvrage de Haüy, un vibrant hommage à l'auteur pour avoir diffusé les nouveaux fondements de l'électricité et pour avoir introduit ordre et précision dans l'ouvrage d'Aepinus, « un peu diffus et peu méthodique » (36). Le soutien apporté par Laplace à Haüy se manifestera encore lors du choix des professeurs de l'École normale de l'an III ou lors de la désignation d'un auteur pour le traité de physique destiné aux lycées français. Pour rédiger ce traité qui, souligne Roger Hahn, reflète totalement la philosophie scientifique de Laplace, Haüy sollicite les conseils de Laplace, Biot, Lagrange et Berthollet. Il attend leurs observations pour sa seconde édition (37).

(34) Sur la balance de Coulomb, voir Christine Blondel and Matthias Dörries eds, *Restaging Coulomb. Usages, controverses et répliques autour de la balance de torsion* (Florence : Olschki, 1994).

(35) René-Just Haüy, *Exposition raisonnée de la théorie de l'électricité et du magnétisme, d'après les principes de M. Aepinus* (Paris, 1787), 58.

(36) Extrait des registres de l'Académie royale des sciences du 21 juillet 1787, in *op. cit.* in n. 35, xxviii-xxxi.

(37) Lettre de Haüy à Pierre Prévost (3 frimaire an XII), *Bulletin de la Société française de minéralogie*, 67 (1944), 156; *Op. cit.* in n. 19 (1821), xxxiv; R. Hooykaas, La correspondance de Haüy et Van Marum, *Bulletin de la Société française de minéralogie*, 72 (1949), 434; R. Hahn, *op. cit.* in n. 31.

Cet ouvrage présente donc autant la vision d'un groupe que celle d'un individu.

L'*Exposition raisonnée de ... la théorie d'Aepinus*, traduite en allemand et résumée en anglais alors que l'ouvrage d'Aepinus était resté sans traduction, fit sans doute autant pour la diffusion des travaux récents de Coulomb que pour celle des travaux déjà anciens, et intégrés par Coulomb dans sa propre théorie, d'Aepinus. C'est encore Haüy qui rédige des articles présentant les travaux de Coulomb dans les *Annales de chimie* pour les faire connaître sans attendre leur publication dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* (38). Quelques années plus tard, dans son cours de physique à l'Ecole normale de l'an III, puis dans son traité de physique, Haüy élimine toute référence aux effluves de Nollet et la seule théorie de Coulomb devient le point de départ de la théorie de l'électricité, Aepinus lui-même étant rejeté dans l'histoire (39). La balance de Coulomb est placée sous les yeux des auditeurs, symbolisant les nouveaux fondements de l'électricité. Cette nouvelle présentation de l'électricité est ensuite diffusée dans les Ecoles centrales par le traité et l'enseignement d'Antoine Libes, un ancien auditeur de Haüy à l'Ecole normale de l'an III (40).

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, certains ouvrages d'électricité, lorsqu'ils comparent les diverses théories électriques en présence, évoquent « le système de Haüy » et accusent Haüy et Laplace de vouloir faire revivre la théorie des fluides vitré et résineux de Dufay (41). De fait, Coulomb était resté extrêmement prudent quant à l'existence d'un ou de deux fluides électriques, précisant que les deux théories n'avaient pour lui « qu'un degré de probabilité plus ou moins grand » et réservant pour la fin de son travail sur l'électricité l'examen des systèmes concurrents en électricité, examen qui ne parut jamais (42). Haüy, en revanche, propose une représentation plus figée où l'existence du fluide neutre formé par la réunion des deux fluides opposés est considérée comme avérée (43).

(38) *Annales de chimie*, 2 (1789), 1-22; 7 (1790), 112-132; 12 (1792), 27-46.

(39) *Op. cit.* in n. 12, t. 5, 328.

(40) Antoine Libes, *Traité élémentaire de physique* (Paris, 1801), t. 3, chap. 14.

(41) Urbain Le Bouvier-Desmottiers, *Examen des principaux systèmes sur la nature du fluide électrique* (Paris, 1813), 52.

(42) Charles-Augustin Coulomb, Sixième mémoire sur l'électricité et le magnétisme, *Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences pour 1788* (1791), XL.

(43) René-Just Haüy, *Traité élémentaire de physique*, 1<sup>re</sup> éd. (Paris, 1803), t. 1, 334.

Si Haüy se trouve donc partie prenante dans le mouvement fondateur inauguré par Coulomb pour éliminer les effluves du champ de l'électricité et du magnétisme, et s'il partage la même conception que Coulomb ou Laplace sur le rôle des mathématiques au sein de la physique, il ne s'est cependant formé pour l'essentiel qu'en géométrie. A la différence de Coulomb, ancien élève de l'Ecole du génie de Mézières, sa maîtrise de l'analyse et de la mécanique demeure limitée, comme on peut le voir dans certains passages de son *Traité élémentaire de physique*. En mécanique, il lui arrive de confondre vitesse et accélération. En électricité, il semble ne pas maîtriser les calculs de Coulomb sur la répartition des charges à la surface d'un corps quelconque. Il se fera d'ailleurs aider par son jeune confrère Jean-Baptiste Biot pour les calculs de son traité qui en comporte très peu (44). La tension entre la volonté de fonder les phénomènes physiques sur des lois mathématiques et le désir de laisser toute sa place au « calcul de la raison », c'est-à-dire au raisonnement qualitatif, sans l'intermédiaire des mathématiques, accessible à tous, traverse toute l'œuvre de Haüy (45). Ainsi dans son *Exposition raisonnée...*, il explique que si c'est précisément le fait d'avoir appliqué pour la première fois le calcul à l'électricité et au magnétisme qui fait l'intérêt de la théorie d'Aepinus, il va cependant exposer cette théorie sans l'appareil du calcul ! De son traité de physique, largement utilisé dans l'enseignement français et traduit dans plusieurs langues, se dégagera l'image durable en France d'une physique reposant sur des lois mathématiques mais où les mathématiques n'exerçaient, *de facto*, qu'un rôle opératoire réduit. Si les amateurs sont exclus aussi bien de la nouvelle cristallographie que de la nouvelle électricité en raison de leur absence de connaissances mathématiques, ces dernières ne sont encore que peu mises en pratique dans l'enseignement de la physique. Celui-ci n'a pas pour fonction, dans l'esprit de Haüy, de former de futurs physiciens mais de donner un aperçu de la discipline à tout citoyen éclairé.

Avec sa fable du prisme en cristal de calcite tombé par hasard sur le sol, brisé en multiples morceaux et qui lui aurait révélé la structure intime du cristal, d'une forme différente de la forme extérieure, Haüy s'est présenté comme le fondateur d'une cristallog-

(44) Sur l'aide apportée par Biot, voir *op. cit.* in n. 19 (1821), xxxviii.

(45) *Op. cit.* in n. 35, xx; Haüy, *op. cit.* in n. 29, introduction.

graphie radicalement nouvelle, faisant abstraction de ses prédécesseurs (46). En fondant la cristallographie sur la géométrie, en se faisant le diffuseur convaincu de la nouvelle théorie newtonienne de l'électricité et du magnétisme de Coulomb, en enseignant la nouvelle chimie de Lavoisier dès sa nomination à l'Ecole des mines en 1795, Haüy participe à une volonté collective de fondation partagée par les physiciens et chimistes parisiens de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle (47).

Un aspect encore le rapproche des autres fondateurs : la mise en place d'un travail collectif. De même que Lavoisier à l'Arsenal ou Laplace et Berthollet à Arcueil, Haüy s'est largement fait aider par des collaborateurs, aides-naturalistes du Muséum ou étudiants de l'Ecole des mines. Delafosse participe à ses expériences électriques, rédige à l'occasion un de ses mémoires et une partie de la deuxième édition de son *Traité de minéralogie*, Vauquelin réalise pour lui des analyses chimiques; les élèves ingénieurs des Mines effectuent les projections géométriques nécessaires à la détermination des formes primitives; Dolomieu se charge de ce qui concerne les gisements; Matteo Tondi des calculs; Brongniard, Gillet de Laumont et d'autres encore participent à l'élaboration de ces traités qui sont ensuite considérés comme de véritables sommes (48). Certes le travail de ces collaborateurs est beaucoup moins personnel que celui des physiciens et chimistes qui travaillent sous l'égide de Lavoisier ou de Laplace. L'organisation mise en place par Haüy ressemble davantage à une division du travail qu'à un travail d'équipe, mais Haüy reconnaît que des points importants ont été discutés à plusieurs reprises « dans des réunions organisées à dessein où les opinions se confrontaient jusqu'à un accord final (49) ».

Haüy est donc à la fois représentatif et participant actif de l'évolution qui se produit au sein de la communauté scientifique

(46) Haüy a lui-même instauré le récit de la découverte faite par hasard dans son *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux* (Paris, 1783), 10-11. Ce récit fut repris, circonstancié et amplifié par Cuvier : « Tout est trouvé! », *op. cit.* in n. 2, CLI-CLIV; voir R. Hooykaas, Les débuts de la théorie cristallographique de R.-J. Haüy d'après les documents originaux, *Revue d'histoire des sciences*, VIII/4 (1955), 336.

(47) *Op. cit.* in n. 1, 43-44; René-Just Haüy, *Extrait d'un traité élémentaire de minéralogie* (Paris, an V [1796-1797]), discours préliminaire, 21; Bernadette Bensaude-Vincent, *Lavoisier* (Paris : Flammarion, 1993).

(48) *Op. cit.* in n. 1, 49, 72-73; *Op. cit.* in n. 15 (1801), préface.

(49) Haüy, *Op. cit.* in n. 47, 27-28.

à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle en France. Sur le plan institutionnel, il passe du statut d'ecclésiastique, professeur de latin et amateur de science, à celui de professeur scientifique dans plusieurs institutions d'enseignement supérieur. Sur le plan cognitif, il évolue de la philosophie naturelle, démonstrative, spectaculaire, à une physique quantifiée et mathématisée. Ceci se traduit concrètement dans ses approches successives des phénomènes électriques : il passe des démonstrations publiques à l'aide de la machine électrique à la création d'instruments électriques au service de la cristallographie puis enfin à la diffusion de la théorie de Coulomb.

Son évolution personnelle permet de mesurer la force de ce mouvement collectif : c'est un homme à la formation mathématique rudimentaire qui devient un des plus influents diffuseurs d'une physique fondée sur les mathématiques. Ce paradoxe est sans doute le plus net en électricité car Haüy ne dispose pas dans ce domaine des mathématiques nécessaires, à savoir l'analyse. Encore plus clairement qu'en cristallographie, on voit dans quelle mesure il a fait preuve d'un excellent sens d'évaluation des nouvelles orientations scientifiques.