

L'INTERDÉPENDANCE DE LA MINÉRALOGIE EN FRANCE ET EN ALLEMAGNE AU DÉBUT DU XIX^e SIÈCLE

Le présent travail s'appuie sur une monographie consacrée au développement de la minéralogie et de la cristallographie en France et en Allemagne¹, travail où les spécificités du transfert scientifique entre cultures n'avaient pas été abordées en détail. C'est pourquoi nous nous contenterons de quelques remarques sur les interférences entre les deux sciences nationales au niveau de l'état des connaissances².

On peut supposer que des résultats isolés obtenus par la science française furent rapidement connus parmi les minéralogistes et les chimistes allemands, car les *Annales de chimie et de physique* au moins semblent avoir été répandues à l'est du Rhin³. En outre, des comptes rendus de recherches françaises parurent aussi dans des revues allemandes⁴, et le plus important manuel français de minéralogie, le *Traité de minéralogie* de René Just Haüy (1743-1822) en quatre volumes, fut traduit en allemand de 1804 à 1810 par les minéralogistes D. L. G. Karsten et Ch. S. Weiss⁵. En revanche, la connaissance qu'avaient les minéralogistes français des contributions allemandes était beaucoup

1. Hans-Werner SCHÜTT, *Die Entdeckung des Isomorphismus*, Hildesheim, Gerstenberg Verlag, 1984.

2. En parlant d'« état des connaissances », on évite le concept de « culture » dont la définition est délicate et différente en Allemagne et en France ; cf. ce qu'écrivait déjà en 1936 Norbert ELIAS, *Über den Prozess der Zivilisation*, 2 vols, 2^e éd., Bern/Munich, 1969, plus spécialement vol. 1, p. 1-64. Cf. Michel ESPAGNE, Michaël WERNER, *Deutsch-Französischer Kulturtransfer als Forschungsgegenstand*, Paris, Éd. Recherche sur les civilisations, 1988, p. 2-8.

3. Parmi les autres revues spécialisées importantes pour la minéralogie, citons notamment les *Annales des mines*, les *Annales du Muséum national d'histoire naturelle*, les *Observations et mémoires sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts*.

4. Par exemple, dans les *Annalen der Physik und Chemie* (Gilbert, Poggendorff), dans le *Bergmännisches Journal* et dans le *Journal für Chemie und Physik* (Scherer, Gehlen, Schweigger).

5. René Just HAÜY, *Lehrbuch der Mineralogie*, übers. v. D. L. G. KARSTEN u. Ch. S. WEISS, Paris/Leipzig, 1804-1810.

plus lacunaire. De plus, il est remarquable que des représentations liées à la philosophie romantique de la nature furent ignorées par principe et que les moments dynamiques dans l'argumentation théorique de minéralogistes bien connus, comme Ludwig August Seeber (1793-1855)⁶ ou Christian Samuel Weiss (1780-1856), ne furent guère pris en considération⁷. La minéralogie d'Abraham Gottlob Werner (1750-1817), le minéralogiste de Freiberg dont l'influence s'étendait jusqu'à l'Angleterre⁸, était en revanche plus familière aux chercheurs français et avait en France quelques partisans, qui avaient en partie étudié à Freiberg⁹. Un rôle important dans le transfert scientifique réciproque fut joué par des personnalités reconnues par les deux communautés scientifiques nationales. Il convient de nommer ici Alexander von Humboldt (1769-1859)¹⁰ et surtout le Suédois Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) qui devint au début du XIX^e siècle un Nestor de la chimie surtout en Allemagne et publia aussi de nombreux travaux sur la

6. Ludwig August SEEBER, « Versuch einer Erklärung des inneren Baues fester Körper », *Annalen der Physik und Chemie*, 76, 1824, p. 229-248, 349-372. Le principal minéralogiste marqué par la philosophie de la nature était au demeurant Johann Jakob Bernhardt (1774-1850), tandis que Seeber et Weiss peuvent être comptés au nombre des dynamistes mais non des chercheurs romantiques au sens étroit.

7. Christian Samuel WEISS, que personne n'avait pris en compte lors de ses voyages à Paris, en 1807 et 1808, a fini par présenter sa théorie dynamique du cristal dans les notes de sa traduction du *Traité de minéralogie*. Qu'il ait choisi cette solution inhabituelle prouve à mon avis à quel point la minéralogie de Haüy eut de l'influence même en Allemagne. C'est ainsi que Weiss se sentit manifestement obligé d'attribuer pour ainsi dire ses idées à la théorie reconnue de Haüy, au lieu de rechercher une confrontation directe, cf. C. S. WEISS, *Dynamische Ansicht der Krystallisation*, in R. J. HAÜY, *op. cit. supra* n. 5, vol. 1, 1804, p. 365-389. Pour une brève présentation de ses idées sur la cristallographie et sur la philosophie de la nature dont elles ont subi l'influence, cf. John G. BURKE, *Origins of the Science of Crystals*, Berkeley/Los Angeles, 1966, p. 147-162. A propos de la théorie elle-même, cf. Paul VON GROTH, *Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften*, Berlin, 1926 (Reprint, Wiesbaden, Dr. Martin Sändig, O.H.G., 1970), p. 59-75. C'est seulement en 1815 que Weiss publia le premier travail important sur sa théorie : C. S. WEISS, « Übersichtliche Darstellung der verschiedenen Abteilungen der Krystallisationssysteme », *Abhandlungen der Kgl.-preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin*, 1814-1815, p. 289-344.

8. En 1808, le minéralogiste britannique Robert Jameson fonda à Edinburgh une société d'histoire naturelle qui se nomma en l'honneur de Werner « Wernerian Society ». A propos de la minéralogie de Werner, cf. notamment Victor A. EYLES, « Abraham Gottlob Werner and his Position in the History of the Mineralogical and Geological Sciences », *The British Journal of the History of Science*, 1964, p. 102-115 ; en part. p. 107.

9. Parmi eux, Alexandre-Jean-François Brochant de Villiers (1772-1840) et d'Aubuisson de Voisins (voir plus haut), qui de 1797 à 1802 avait étudié chez Werner à Freiberg et était devenu plus tard « ingénieur en chef du corps des mines » et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Toulouse.

10. Rappelons seulement sa collaboration avec le botaniste Aimé Bonpland (1773-1858) et le chimiste et physicien Gay-Lussac (voir plus haut) auprès duquel Humboldt introduisit aussi le jeune Justus Liebig.

taxinomie minéralogique, envisagée surtout du point de vue de la chimie¹¹.

Un transfert scientifique d'un pays à un autre conduit à s'interroger sur les spécificités nationales du développement scientifique et sur la manière d'en rendre compte si on les envisage dans la perspective d'un style scientifique national, d'abord hypothétique. Ici encore on ne peut donner de réponse exhaustive, et ce pour deux raisons. D'une part, les données historiques disponibles pour étayer des spécificités nationales dans l'histoire de la minéralogie sont jusqu'ici trop rares et anecdotiques pour justifier des thèses générales ; d'autre part, même si l'on connaissait plus de détails, par exemple sur les stéréotypes culturels dans la tête de chercheurs particuliers¹², on ne pourrait rien dire de statistiquement pertinent, car on ne compte au début du XIX^e siècle que quelques douzaines de minéralogistes dans toute l'Europe¹³.

Or on peut tout de même constater que, depuis le début du XIX^e siècle, il y a effectivement eu deux traditions nationales différentes dans la recherche scientifique, et nous pouvons d'abord montrer, sans poursuivre plus avant l'analyse, comment elles sont nées et comment elles se légitiment scientifiquement. Outre la cristallogénèse que nous n'abordons pas ici, le principal problème minéralogique du XVIII^e siècle fut celui de la taxinomie. Les minéralogistes devaient à cet égard se confronter à des difficultés spécifiques dont trois sont particulièrement sérieuses. D'une part, la chimie, qui aurait pu donner des informations sur le contenu des minéraux fut souvent hors d'état, jusqu'à la fin du siècle, de présenter des analyses à peu près exactes¹⁴. D'autre part, on manquait de procédés physiques pour mesurer de manière fiable des particularités des minéraux comme la durée¹⁵. Enfin, la classification des minéraux fut entravée par des observations pleinement justifiées. On reconnut, par exemple, que deux cristaux qui paraissent posséder exactement la même forme extérieure peuvent être différents dans toutes

11. En traduction française, par exemple, Jöns Jacob BERZELIUS, *Nouveau système de minéralogie*, Paris, 1819, cf. aussi H.-W. SCHÜTT, *Berzelius as Godfather of Isomorphism* (sous presse).

12. On trouve des exemples de stéréotypes de l'identité et de la différence appliquée à sa nation et aux nations étrangères chez Gonthier-Louis FINK, « Baron de Thunder-ten-tronckh et Riccaut de la Marlinière. Nationale Vorurteile in der deutschen und französischen Aufklärung », in *Interferenzen. Deutschland und Frankreich*, Düsseldorf, Droste Verlag, 1983, p. 24-51. Les préjugés résultent certainement de l'éducation générale, même inconsciente, allant jusqu'à l'accentuation avec laquelle même des mots apparemment neutres du point de vue des émotions véhiculées, sont prononcés et assimilés par l'enfant.

13. On trouve une liste des principaux minéralogistes français et allemands vers 1800 chez H.-W. SCHÜTT, *op. cit. supra* n. 1, p. 59 sq. Il faut considérer de plus qu'à l'époque la minéralogie n'existait pas encore comme profession.

14. Un minéralogiste aussi considérable que Romé de l'Isle (voir plus haut) ne connaissait que quatre éléments chimiques différents : 1. l'acide, dont le modèle était pour lui l'acide phosphorique ; 2. le Phlogiston ; 3. un principe terreux ; 4. un principe aqueux.

15. L'échelle des duretés de Friedrich Mohs date de 1812.

leurs autres caractéristiques et inversement que des matières cristallines, dont les propriétés physiques et chimiques paraissent être identiques, possèdent une forme extérieure différente. C'est-à-dire qu'une stricte définition de l'espèce ne paraissait pas possible en minéralogie¹⁶.

Bien qu'on eût un intérêt pratique à pouvoir classer les minéraux et à permettre aux élèves des écoles des mines d'en déterminer la nature, des savants influents comme Georg Ernst Stahl (1660-1734) en Allemagne, et Buffon (1707-1788) en France déconseillèrent donc de tenter une classification. Pourtant, on ne cessait de s'y essayer¹⁷. Vers la fin du siècle, la chimie était suffisamment développée pour pouvoir fournir avec ses propres distinctions de groupes certains critères de classification des minéraux. Les minéralogistes se scindèrent à la suite en trois groupes. Le plus traditionaliste d'entre eux restait attaché à l'ancienne méthode d'histoire naturelle qui classifiait comme dans les autres domaines de la nature selon la forme extérieure en relation avec les caractéristiques physiques comme la cassure, la dureté, etc. Le deuxième groupe propageait la méthode « chimique », selon laquelle une classification devrait être réalisée selon des points de vue chimiques, parce que tous les critères extérieurs étaient secondaires et découlaient en quelque façon des points de vue chimiques. Pourtant, il est certain que l'analyse chimique n'était toujours pas à la hauteur de sa tâche, et c'est pourquoi un troisième groupe tenta une « méthode mixte » et ordonna simultanément ses systèmes de classification selon des points de vue physiques et chimiques¹⁸. On considère Abraham Gottlob Werner comme le représentant de cette méthode mixte qui eut dans la pratique des résultats extraordinaires, découvrit avec un coup d'œil très sûr plusieurs nouvelles espèces minérales, mais dont la minéralogie, selon les paroles de Goethe, « mérite davantage le nom d'art que celui de science »¹⁹. Aucun des trois groupes n'était limité à une nation²⁰.

Une nouvelle spécificité se constitua cependant en France en liaison avec la personne de Jean-Baptiste-Louis Romé de l'Isle (1736-1790) qui essaya de donner à la minéralogie une légitimation rationnelle et

16. Cf. Reijer HOOYKAAS, « The Species Concept in the 18th Century Mineralogy », *Archives internationales d'histoire des sciences*, 5^e année, 18-19, 1952, p. 45-55. Seymour H. MAUSKOPF, « Minerals, Molecules, and Species », *Archives internationales d'histoire des sciences*, 23^e année, 92-93, 1970, p. 185-206.

17. Toutefois, d'après les indications de Johann Friedrich Gmelin (1748-1804), parurent entre 1647 et 1775 en Europe 27 systèmes complets de minéralogie, et ce avant que l'époque des « systèmes chimiques » soit vraiment engagée.

18. Cf. notamment Evan M. MELHADO, « La découverte de l'isomorphisme par Mitscherlich », *Historical Studies in the Physical Sciences*, 11, 1980, p. 87-123.

19. Cité d'après Samuel Gottlob FRISCH, *Lebensbeschreibung Abraham Gotlob Werners*, Leipzig, 1825, p. 79.

20. Cf. H.-W. SCHÜTT, *op. cit. supra* n. 1, p. 28 sq.

empirique grâce à la cristallographie. Et l'on pourrait interpréter le fait qu'en France la cristallographie fut particulièrement mise en avant comme le fruit du rationalisme cartésien. Mais il faudrait cependant songer que Romé de l'Isle tenta de créer une cristallographie sans mathématique²¹. A partir des travaux de Romé de l'Isle et de ceux du Suédois Torbern Bergman (1735-1784), René Just Haüy construisit une authentique théorie minéralogique.

Nous renonçons ici à la présentation du système théorique construit par Haüy et de la fonction qu'y occupe la déduction mathématique. En revanche, il faut mettre en évidence le dogme scientifique que Haüy n'a pas annoncé le premier mais qu'il a repris d'une tradition dont Romé de l'Isle avait été le dernier membre. Ce dogme affirme que les cristaux microscopiques sont des concentrations denses de polyèdres microscopiques, les « molécules intégrantes ». Celles-ci, précisait Haüy, sont les plus petites particules dans lesquelles toutes les composantes du cristal soient représentées²². Comme la forme de toute « molécule intégrante » est manifestement en relation avec son contenu chimique, les mêmes combinaisons chimiques ne peuvent selon Haüy se rencontrer sous des formes incompatibles, donc être polymorphes, et inversement des combinaisons chimiques différentes en principe ne peuvent se cristalliser sous une même forme, donc être isomorphes. Cela exclut naturellement la possibilité d'une chaîne continue de cristallisations mixtes²³.

Haüy a fondé sur cette exclusion de la polymorphie et de l'isomorphie son système de classification minéralogique. Contrairement à la taxinomie de Werner qui était constituée « selon les critères d'une fine appréhension sensible » et ne pouvait donc « être transmise et enseignée à d'autres »²⁴, la classification de Haüy était conduite de façon empirique et rationnelle, c'est-à-dire qu'elle pouvait être enseignée et, au sens de Popper, falsifiée.

Avait-on là la clarté et la scientificité gauloises opposées à l'obscurité

21. A propos de la minéralogie de Romé de l'Isle et de sa querelle avec Haüy, cf. *ibid.*, p. 33-36, 57 sq.

22. *Id.*, *René Just Haüy und die Entwicklung der Kristallographie zu einem konstitutiven Teilgebiet der Mineralogie*, in Christoph J. SCRIBA, éd., *Disciplinae novae. Zur Entstehung neuer Denk- und Arbeitsrichtungen in der Naturwissenschaft*, Göttingen, Vandenhock v. Ruprecht Verlag, 1979 (« Veröffentlichungen der Joachim-Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften Hamburg », Nr. 36), p. 75-89.

23. Quelques espèces minérales présentent des cristaux qui paraissent isomorphes (formes limites). Mais ils ne peuvent constituer entre eux de séries continues de cristaux mixtes et ne présentent donc aucune isomorphie réelle, cf. R. J. HAÜY, « Exposition abrégée de la théorie sur la structure des cristaux », *Journal d'histoire naturelle*, 1792, p. 158-186 et 201-222.

24. GOETHE, cité d'après S. G. FRISCH, *op. cit. supra* n. 19, p. 79.

germanique ? Un contemporain au moins répondit sans réserve par l'affirmative : le célèbre savant franco-irlandais Richard Chenevix²⁵. Il engagea ainsi une brève controverse à laquelle ne participa aucun Allemand, mais — pour défendre Werner — un Anglais et un Français. Malgré le caractère bouffon du débat, la controverse mérite d'être rapportée dans ses grandes lignes. Il convient toutefois de renoncer à une présentation exacte des éléments proprement scientifiques qui tournaient autour de la question suivante : une classification qui s'appuie unilatéralement sur une cristallographie exprimée mathématiquement est-elle supérieure à une classification selon des critères diversifiés et qualitatifs²⁶ ? Dans son attaque contre Werner présentée sur 147 pages des *Annales de chimie*, Chenevix s'est laissé aller à une analyse culturelle des ridicules qu'il prête aux efforts scientifiques déployés en Allemagne²⁷. D'après Chenevix, les Allemands, comme nation de grande culture, sont arrivés trop tard ; toutes les nations avaient déjà eu leur grande époque (la France au siècle du Roi Soleil) et avaient déjà produit toutes les réalisations culturelles possibles. Placés devant l'alternative de rester médiocres ou de produire des choses exceptionnelles en plagiant, les Allemands auraient trouvé ou plutôt inventé une troisième voie : celle du génie fou dont les pensées n'effleurent même pas l'esprit d'un homme civilisé, qui fait éclore des idées qui n'existent nulle part dans la nature et décrit des passions que personne n'a jamais éprouvées. De cette façon, les Allemands si « géniaux » se seraient aussi disqualifiés comme scientifiques, ce que Chenevix démontre avec abondance d'exemples. Retenons-en deux. Un savant allemand a affirmé qu'il y avait une quatrième dimension en géométrie. Malheureusement, Chenevix est trop poli pour donner le nom de ce pitoyable esprit confus qui semble avoir juste quitté l'Académie de Lagado chez Swift pour émigrer en Allemagne, de même qu'il tait le nom du professeur qui, dans une discussion sur la nature du diamant, a laissé entendre que le charbon se composait peut-être de terre. Il est vrai qu'ici Chenevix ne voit pas que cette conception — tout à fait plausible — était d'origine française. Le mot « terre » désignait en effet de manière encore habituelle en Allemagne l'« oxyde », et des chimistes importants, comme Louis-Bernard Guyton

25. Cf. James R. PARTINGTON, *A History of Chemistry*, 4 vols, Londres, Macmillan & C^o Ltd., 1961-1970, ici vol. III, p. 712 et *passim*, vol. IV, *passim*.

26. H.-W. SCHÜTT, « Das Fast-Quadrat und der Beinahe Würfel. Mr Chenevix und die deutsche Naturwissenschaft um 1800 », *Nachrichten aus Chemie und Technik*, 22, 1974, p. 333-335.

27. Richard CHENEVIX, « Réflexions sur quelques méthodes minéralogiques », *Annales de chimie*, 65, 1808, p. 5-43, 113-160, 225-277. Les idées exprimées dans ce texte n'étaient certainement pas des idées nouvelles.

de Morveau (1737-1816), considéraient le charbon comme peut-être partiellement oxydé²⁸. Le représentant du groupe encore restreint des partisans français de Werner, Jean-François d'Aubuisson de Voisins (1769-1841), répliqua aux attaques de Chenevix en mêlant lui aussi les arguments chimico-minéralogiques et les opinions personnelles. Il défendit, en effet, Werner non seulement contre une critique scientifique, mais encore contre l'accusation adressée au minéralogiste allemand d'être très médiocre parce qu'allemand. D'Aubuisson citait des noms de savants allemands comme Kepler, les Bernoullis (!), Euler (!), Becher, Stahl, etc., mais il devait aussi reconnaître que les étudiants allemands du fait de leur lamentable formation scolaire étaient naïfs, que les professeurs allemands se répandaient souvent en discours sur des évidences et que leurs articles scientifiques « n'ont ni cette clarté ni cette rapidité de diction qui caractérisent en général les ouvrages français »²⁹. Le débat ne s'acheva pas cependant avec la réponse d'Aubuisson à Chenevix. Après que Chenevix eut fait paraître aussi son article en anglais, le professeur de chimie Thomas Thomson (1799-1852) prit également la plume³⁰. Thomson commençait de façon amicale en émettant l'hypothèse que Chenevix avait composé son attaque contre Werner « as a sacrifice upon the shrine of French vanity » et il commençait de son côté à défendre Werner. Un fait parlait, selon lui, particulièrement en faveur de Werner : sa méthode qui consistait à prendre en considération toutes les propriétés du cristal était celle qui convenait le mieux à la vraie nature complexe de la minéralogie ; contre lui parlait seulement la pauvreté, soulignée par Chenevix, de la littérature et de la philosophie allemandes. Même Thomson n'a pas grande estime pour elle, mais il reprend l'opinion d'Aubuisson selon laquelle il y a toutefois des Allemands importants, au nombre desquels il compte Gauss et Richter. Du côté allemand, on ne trouve qu'un compte rendu de la controverse, composé d'extraits sans commentaire de la publication de Thomson³¹. Manifestement, la tentative de transformer des points de vue scientifiques en qualités nationales, objets de jugements de valeur,

28. Louis-Bernard GUYTON DE MORVEAU, « Mémoire sur la nature du diamant », *Journal des mines*, 23, 1808, p. 33-38. Guyton de Morveau a déjà publié auparavant des travaux sur la nature chimique du diamant et du charbon et il en publiera plus tard encore.

29. Jean-François D'AUBUISSON DE VOISINS, « Lettre de M. d'Aubuisson à M. Berthollet sur quelques objets de minéralogie, et principalement sur les travaux de M. Werner », *Annales de chimie*, 69, 1809, p. 155-188, 225-248.

30. Thomas THOMSON, « Some Observations in Answer to Mr. Chenevix' Attack upon Werner's Mineralogical System », *Annals of Philosophy*, 1, 1813, p. 241-258.

31. Johann S. Ch. SCHWEIGGER, « Nachtrag in Beziehung auf eine Abhandlung Thomsons, die Angriffe Chenevix's auf Werner betreffend », *Journal für Chemie und Physik*, 11, 1814, p. 76-80.

ne rencontrait au début du siècle, qu'un écho beaucoup plus réduit qu'on ne peut s'y attendre pour la fin du siècle et les décennies suivantes.

On peut peut-être expliquer le fait que la controverse très affective autour de Werner soit restée un simple épisode en observant qu'elle dissimulait une controverse de plus grande portée. En 1818-1819, Eilhard Mitscherlich (1794-1863) découvrit une isomorphie de combinaisons qui présentaient la même constitution chimique, et en 1822 une polymorphie de certaines substances de même composition chimique. Haüy et ses partisans se défendirent contre les vérités contenues dans la découverte en employant tous les arguments habituels dans les conflits de paradigmes et jusqu'au reproche d'avoir accepté une trop large marge d'erreur et de n'avoir pas pratiqué d'expériences rigoureuses³². Le jeune Mitscherlich jusque-là totalement inconnu jouissait néanmoins, pour des raisons liées au problème de la stœchiométrie, de la protection active du grand Suédois Berzelius, le « Newton de la chimie », comme l'appelait Haüy³³. Peut-être est-ce pour cette raison que Mitscherlich n'a jamais été traité d'Allemand confus et qu'on n'a jamais tenté de le ranger dans la catégorie dérisoire des philosophes de la nature, d'autant plus que Mitscherlich se tenait explicitement à l'écart de la lutte entre les dynamistes et les atomistes³⁴. En 1827, celui qui avait découvert l'isomorphisme fut élu « Correspondant » de la section de minéralogie de l'Académie des sciences et même en 1852 associé étranger³⁵.

L'évolution ultérieure se déroula de façon classique selon une logique interne à la discipline, et pourtant elle conduisit à deux traditions de recherche clairement nationales. De la reconnaissance des faits empiriques que sont l'isomorphisme et le polymorphisme, les minéralogistes et chimistes français tirèrent, peu après la mort de Haüy, en effet, d'autres conclusions que les Allemands. En Allemagne où les principaux élèves de Berzelius marquèrent durablement les représentations scientifiques, on considéra que la conception de la molécule intégrante chez Haüy était réfutée, sans pourtant pouvoir proposer à la place une alternative

32. Cf. H.-W. SCHÜTT, *op. cit. supra* n. 1, p. 142-154.

33. Dans une lettre de Haüy à Berzelius du 4 juin 1819, cf. Alfred LACROIX, « Tentative de recherches de la correspondance de l'Abbé Haüy », *Bulletin de la Société française de minéralogie*, 67, 1944, p. 193-226, ici p. 204. Berzelius de son côté désignait Haüy comme le créateur de la science minéralogique. Le chimiste Antoine-François de Fourcroy (1755-1809) avait auparavant affirmé la même chose.

34. « Mais je n'oserais pas tirer du fait de la cristallisation isomorphe quelque conclusion favorable ou défavorable à la conception atomiste ou dynamiste que ce soit. » Cf. Eilhard MITSCHERLICH, « Über die Krystallisation der Salze, in denen das Metall der Basis mit zwei Proportionen Sauerstoff verbunden ist », *Abhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin*, 1818-1819, p. 427-437, ici p. 437.

35. Cf. A. LACROIX, *art. cit. supra* n. 33, p. 206.

aussi rigoureuse. La conséquence fut une certaine dissociation de la cristallographie et de la chimie minérale, qui toutes deux — peut-être parce que leur lien théorique était faible — eurent des résultats considérables. La taxinomie passa au second plan, on classa pour le dire de façon simplifiée en groupes isomorphes et on occulta le problème d'une définition rigoureuse des cristallisations mixtes isomorphes, alors que les minéralogistes français conservaient du moins une conscience du problème³⁶. L'hypothèse de travail qui l'emporta en France, c'est qu'une relation, quelle qu'elle soit, entre le contenu chimique et la forme extérieure d'un minéral, doit se manifester dans les plus petits éléments constitutifs des cristaux. En d'autres termes, on considéra que l'idée de molécule intégrante n'était pas réfutée mais devait être améliorée. Les minéralogistes, mais aussi les physiciens et les chimistes, consacrèrent à ces tentatives d'amélioration beaucoup d'énergie, et il sembla d'abord que ce fût en vain³⁷. Mais ils n'en poursuivaient pas moins un programme de recherche — au sens de Lakatos³⁸ — tout à fait défendable, un programme qui paraissait remporter des succès et s'étendit jusque dans la recherche chimique. C'est ce que montre l'exemple de Louis Pasteur (1822-1895) et de sa découverte en 1848 de l'énantiomorphisme des tartrates qui inaugura le vaste champ de la stéréochimie et qu'on ne pouvait guère espérer à l'époque sans la tradition française³⁹.

Les succès de la minéralogie française et allemande et l'attitude des deux communautés scientifiques montrent, premièrement, que deux programmes de recherche concurrents peuvent se compléter pour certaines de leurs parties, deuxièmement, que l'un d'entre eux ne doit pas par principe être condamné à l'échec, c'est-à-dire faux, et, troisièmement, que des traditions scientifiques distinctes ne se sont pas toujours fondées sur le caractère national. Les recherches mathématiques et théoriques des dynamistes Weiss, Seeber, Friedrich Mohs (1773-1839) et autres ont été intégrées par les minéralogistes français, de même que le travail d'Auguste Bravais (1811-1863) consacré à la répartition des points dans l'espace fut repris par les minéralogistes allemands. C'était d'ailleurs d'autant plus facile qu'il était sans importance qu'on

36. Cf. H.-W. SCHÜTT, *op. cit. supra* n. 1, p. 177-212.

37. Cf. S. H. MAUSKOPF, « Crystals and Compounds. Molecular Structure and Composition in Nineteenth-Century French Science », *Transactions of the Amer. Phil. Soc.*, Philadelphie, New Series, vol. 66, part 3, 1976.

38. Imre LAKATOS, « Die Geschichte der Wissenschaft und ihre rationale Rekonstruktion », in Werner DIEDERICH, éd., *Theorien der Wissenschaftsgeschichte*, Francfort, Suhrkamp Verlag, 1974, p. 55-119.

39. H.-W. SCHÜTT, *Pasteurs Entdeckung der Enantiomorphie als Beobachtungsproblem* (sous presse).

se représente les points du réseau spatial comme les lieux de molécules physiques — ce que faisait Bravais — ou qu'on considère toute la théorie comme le résultat purement mathématique de réflexions sur la symétrie⁴⁰. Le fait que les deux programmes de recherche aient abouti à des résultats s'explique de notre point de vue par la dualité de la minéralogie elle-même qui a montré l'un de ses visages aux Français et l'autre aux Allemands. La nature de certaines associations le plus souvent organiques est telle que ces substances se combinent en un réseau moléculaire alors que d'autres le plus souvent non organiques se cristallisent en un réseau d'ions. Et pendant le XIX^e siècle, les Français essayèrent de découvrir le vrai visage des réseaux moléculaires, les Allemands en revanche celui des réseaux d'ions. Seule l'analyse structurale aux rayons X développée après 1912 par Max von Laue (1879-1960) offrit une possibilité de décision empirique au niveau des atomes.

Pour ce qui est du « nationalisme culturel » dans les sciences, phénomène qui fut loin de se manifester aussi nettement dans la première moitié du siècle que dans la seconde, nous ajouterons ici quelques remarques qui appellent cependant un examen plus approfondi. Comme le confirme l'exemple de la minéralogie « française » et « allemande », des programmes de recherche concurrents peuvent coexister et même connaître une expansion, y compris lorsque leurs noyaux théoriques paraissent incompatibles, aussi longtemps qu'ils se fondent sur un « déplacement progressif du problème »⁴¹. On peut ainsi arriver à un effet de démultiplication « in loco », quand des idées ou des méthodes fondamentales à valeur de germes — qui en principe auraient aussi pu trouver ailleurs un terrain favorable — s'attachent pour des raisons contingentes à certains lieux et y dominent le champ scientifique. Contentons-nous de mentionner ici que les éléments annonciateurs de la théorie de Haüy venaient de Suède, mais que cette théorie, sous l'effet de la découverte de l'isomorphisme, a précisément été refusée en Suède, tandis qu'en France non seulement on continuait à la reconnaître mais elle débordait encore sur la chimie davantage que chez Bergman et Haüy.

Une seconde controverse au centre de laquelle se trouvait Berzelius peut éclairer ce qui vient d'être dit. Après que Jean-Baptiste Dumas (1800-1884) eut découvert en 1834 des réactions de substitutions, une querelle s'éleva à propos de la constitution des liaisons chimiques : Berzelius restait attaché à la nature électrostatique et hétéropolaire des

40. Id., « Die "französische" Mineralogie und die Kristallstrukturtheorie von Gabriel Delafosse », *Sudhoffs Archiv*, Bd 69, 1985, p. 1-7.

41. Cf. I. LAKATOS, *op. cit. supra* n. 38, p. 69-74.

liaisons, tandis que les chimistes influencés par Dumas tentaient d'expliquer la substitution par la structure stéréométrique de la molécule⁴². De cette façon, l'idée de molécule intégrante de Haüy gagna une nouvelle actualité et favorisa indirectement la différenciation nationale en minéralogie. D'autre part, il s'avéra bien vite que les hypothèses de Berzelius continuèrent d'apparaître comme plausibles en chimie anorganique, tandis que le problème de substitution caractéristique de la chimie organique ne pouvait pas être réglé si l'on supposait une constitution hétéropolaire des liaisons⁴³. A mesure que s'approfondissait la scission entre organistes et anorganistes dans la communauté des chimistes, les clivages sur l'hypothèse des liaisons chimiques ne s'alignèrent finalement pas sur les frontières nationales mais suivirent l'appartenance des sous-disciplines à la chimie organique ou anorganique ; et il faut ici désigner comme « tertium » le positivisme de Comte qui conduisit bien des chimistes allemands — mus par un ressentiment traditionnel contre la philosophie de la nature si spécifiquement allemande — à refuser toutes les hypothèses qui ne pouvaient avoir de vérification empirique immédiate⁴⁴. La personne de Berzelius permet en outre de montrer la possibilité d'une constitution transnationale d'un groupe ou d'une école, ce qui est certainement plus caractéristique de sciences jeunes et/ou en pleine expansion que de celles qui connaissent une stagnation. Berzelius, qui était aussi l'ami de chimistes français comme Pierre-Louis Dulong (1785-1838), fut l'ancêtre d'une lignée de chimistes et de minéralogistes allemands qui devinrent plus tard célèbres comme Heinrich Rose (1795-1865), Gustav Rose (1798-1873) et Friedrich Wöhler (1800-1882) ainsi que Mitscherlich, qu'il avait tous formés dans son laboratoire de Stockholm et avec lesquels il resta

42. Aaron J. IHDE, *The Development of Modern Chemistry*, New York/Evanston/Londres, Harper & Row, 1964, p. 89-202 ; S. H. MAUSKOPF, *op. cit. supra* n. 37.

43. Cf. William G. PALMER, *A History of the Concept of Valency to 1930*, Cambridge, University Press, 1965 ; Colin A. RUSSELL, *The History of Valency*, Leicester, Univ. Press, 1971.

44. Comme représentant d'un positivisme prononcé, contentons-nous de nommer Hermann Kolbe (1818-1884). Sous l'influence du positivisme, la chimie organique en Allemagne se limitait largement aux préparations et aux analyses. Le succès de la chimie organique préparatoire produisit un effet de multiplication qui empêcha le développement de la chimie organique dans une autre direction. En Allemagne, la chimie organique préparatoire dominait encore le champ alors que la chimie organique théorique était déjà acceptée dans d'autres pays comme aussi importante que la chimie préparatoire. C'est ce qu'illustre le cas Arndt, qui présente une certaine similitude avec le cas Weiss. Comme le chimiste Fritz Arndt (1885-1965) ne pouvait publier sa théorie des ions hybrides dans aucune revue spécialisée, il l'introduisit en contrebande en 1924 dans les notes d'un article de chimie purement préparatoire et expérimentale sur les pyrones. C'est seulement plus tard que fut reconnu l'apport théorique d'Arndt. Cf. Wolf WALTER, *Fritz Arndt 1885-1965*, Weinheim, Verlag Chemie, 1975.

toujours en contact épistolaire. Un transfert culturel entre la Suède et l'Allemagne au sens de la transposition d'un bien culturel étranger était impensable au sein de cette famille de chercheurs. Des relations aussi étroites au-delà des générations existèrent entre Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) et Justus von Liebig (1803-1873), qui, malgré son patriotisme et même son nationalisme, n'aurait jamais pensé à reconnaître une chimie française en tant que telle, puis à la dévaloriser⁴⁵. Cela ne signifie pas que dans le discours certaines sciences n'aient pas été attribuées par excellence à des chercheurs et par-là à des nations déterminées⁴⁶. Indépendamment de cela, les arguments qui au début du XIX^e siècle parlaient en faveur de la science nationale prenaient d'habitude pour référence, qu'il s'agisse de le refuser ou de l'approuver, le système éducatif de chacun des pays (où l'accent est mis sur certaines disciplines ou procédés)⁴⁷ et la comparaison entre les langues dans lesquelles on faisait de la science. L'affirmation de d'Aubuisson de 1809 fut souvent avancée avant et après du côté français⁴⁸. La barrière linguistique créait effectivement des difficultés et influençait parfois les jugements portés sur les réalisations scientifiques étrangères que l'on avait déjà assimilées tout en les déformant depuis bien longtemps — précisément quand on voulait les combattre⁴⁹. Sur la question d'un style de pensée prétendument national — au XX^e siècle — nous renvoyons aux travaux d'Andreas Kleinert, qui montrent notamment que la thèse selon laquelle il y aurait un style de pensée national serait

45. Voir notamment à ce sujet l'éloge de Gay-Lussac et de Louis Jacques Thenard (1777-1857) par Liebig; cf. Harry W. PAUL, *The Sorcerer's Apprentice. The French Scientist's Image of a German Science 1840-1919*, Gainesville, Univ. of Florida Press, 1972, p. 1 sq. La même remarque s'applique au second vulgarisateur scientifique — qui fut aussi un chercheur important — le physiologiste Emil Du Bois-Reymond (1818-1896) qui propageait certes des idées nationalistes allemandes, mais refusait absolument l'idée d'une nationalisation de la science. Au demeurant, Du Bois-Reymond n'était pas un huguenot mais venait de la Principauté prussienne de Neuchâtel.

46. En 1819, Haüy avait déclaré que Berzelius était le « Newton de la chimie », après que celui-ci lui eut officiellement reconnu avoir élevé la minéralogie « au rang des sciences ». Cf. H.-W. SCHÜTT, *op. cit. supra* n. 1, p. 172, cf. aussi *art. cit. supra* n. 33; en 1863, Adolphe Wurtz (1817-1884) écrivait simplement : « La chimie est une science française »; cf. H.-W. SCHÜTT, *art. cit. supra* n. 26, p. 333, remarque. La chimie « allemande » est, semble-t-il, un produit du XX^e siècle.

47. Cf. notamment Gerd SCHUBRING, « Pläne für ein polytechnisches Institut in Berlin », in F. RAPP, H.-W. SCHÜTT, eds, *Philosophie und Wissenschaft in Preussen*, Berlin, Verlag d. Technischen Universität, 1982, p. 201-224; H. W. PAUL, *op. cit. supra* n. 45, p. 5-28.

48. Cf. H. W. PAUL, *op. cit. supra* n. 45, p. 6 sq.

49. A propos des problèmes de traduction de textes allemands en français, cf. notamment, Jean-Pierre LEFEBVRE, *Le Problème de la traduction des textes allemands en français au XIX^e siècle* (sous presse). Un exemple est celui de l'assimilation/déformation de la théorie du phlogiston dont la « version française » fut ensuite combattue par Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794); cf. Elisabeth STRÖKER, *Theoriawandel in der Wissenschaftsgeschichte. Chemie im 18. Jahrhundert*, Francfort, Vittorio Klostermann Verlag, 1982.

souvent étayée par des hypothèses sur la psychologie des peuples et des races⁵⁰.

Dans la première moitié du XIX^e siècle, on ne rencontre pas de jugements fondés sur la psychologie des races, au moins dans les publications de minéralogie et de chimie. Depuis le milieu du XIX^e siècle, on trouve de plus en plus d'exemples montrant que des deux côtés du Rhin les appels à l'État comme organisateur de la science et pourvoyeur de fonds argumentent à partir du prestige croissant ou décroissant de la nation⁵¹.

Hans-Werner SCHÜTT,
Technische Universität Berlin.

50. Kleinert a pu prouver que pour une part ce sont exactement les mêmes arguments qui, au cours de la Première Guerre mondiale, ont été avancés par des savants français contre une mentalité scientifique « typiquement allemande » et qui, vingt ans plus tard, ont été dirigés par les partisans de la chimie et de la physique « allemandes » contre des savants juifs. Cf. Andreas KLEINERT, « Von der Science allemande zur deutschen Physik », *Francia*, 6, 1978, p. 509-525.

51. Cf. notamment, H. W. PAUL, *op. cit. supra* n. 45 et G. SCHUBRING, *art. cit. supra* n. 47.