



HAL
open science

Louis Cordier, initiateur de la pétrographie moderne

François Ellenberger

► **To cite this version:**

François Ellenberger. Louis Cordier, initiateur de la pétrographie moderne. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, 1979, 1ère série (20), pp.29-37. hal-00956683

HAL Id: hal-00956683

<https://hal.science/hal-00956683>

Submitted on 7 Mar 2014

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.

TRAVAUX
DU
COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE
- Première série -
(1979)

François ELLENBERGER
Louis Cordier, initiateur de la pétrographie moderne.

COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGEO) (séance du 12 décembre 1979)

Introduction.

Ce titre pourra étonner. Le nom de Louis Cordier n'est guère connu que par le minéral qui lui a été dédié. Lui-même ne nous a laissé que peu de noms de roches qui aient survécu (monsonite, pépérite, oinérite, néphéline) parmi tous ceux qu'il avait imaginés; voilà qui peut d'emblée faire douter de la valeur de ses méthodes de classification pétrographique (contrastant avec la solidité des créations de Haüy : leptynite, pegmatite, trachyte, eclogite, oraphazite, psammite, dolérite, phtanite, etc) - et d'Alexandre Brongniart : amphibolite, micaschiste, arkose, ophiolite, brèche, diabase, mélaphyre, ophicalce, etc.).

Ayant eu le privilège d'une longue vie (1777-1861), professeur pendant 42 ans au Muséum, il semble avoir consacré une grande partie de son temps et de ses forces à réunir tant à titre personnel qu'au Muséum une immense collection pétrographique, en bonne partie recueillie avec le plus grand soin au cours de ses voyages en Europe et en France. Son principal biographe (1) affirme que sa collection particulière de 12000 roches était "unique au monde". La mort l'a surpris sans qu'il ait mis en forme et rédigé cette classification sous forme de traité systématique. Du moins son assistant (aide-professeur), Charles d'Orbigny, en a donné deux aperçus détaillés en 1848 (2) et en 1868 (3), d'après ses leçons publiques et ses manuscrits et catalogues. D'autre part un certain P.Maraschini avait dès 1823 (4) publié un résumé de la classification des roches et des terrains donnés par Cordier dans son cours en 1822. Nous pouvons ainsi suivre l'évolution du système pétrographique de notre auteur depuis sa 46^e année jusqu'à sa mort à 84 ans, et nous constatons sans grande surprise que ni le langage ni les conceptions et méthodes n'ont beaucoup évoluées entre temps.

Ce n'est donc pas dans l'oeuvre, relativement succincte, ou figée dans un cours peu évolutif, du Cordier d'après 1830 que nous trouverons des novations pouvant justifier le titre de la présente note. Il n'a jamais cherché par exemple à classer les roches éruptives d'après les résultats de l'analyse chimique; il renonce à distinguer les divers feldspaths; il reste jusqu'au bout fidèle à la notion de terrain primitif divisé en vastes étages lithologiques ("talcsites", "micacites", gneiss), et persiste à classer côte à côte gneiss et granite, amphibolite et diorite, etc. La confrontation de l'ouvrage précité de Ch. d'Orbigny (1868) avec, par exemple, celui de Bernhard von Cotta (1866) (5) atteste à quel point Louis Cordier avait peu suivi le puissant courant des recherches pétrographiques européennes durant la seconde moitié de sa vie. - Et pourtant, nous n'hésitons pas à saluer en cet homme l'un de ceux à qui les sciences de la Terre sont redevables d'une, ou plus exactement de deux percées essentielles au XIX^e siècle naissant. Laissant donc de côté tout ce que l'on pourra reprocher à Cordier de ne pas avoir fait (attitude de dénigrement rétrospectif où l'historien des sciences trahit surtout sa propre superficialité), c'est donc uniquement cet aspect hautement positif qui va nous retenir.

Rappel biographique.

Né à Abbeville en 1777, Pierre-Louis-Antoine Cordier est reçu à l'Ecole des Mines en 1795, et devient ingénieur surnuméraire en 1797. Dolomieu qui l'a eu comme élève le prend en affection ("tel un fils adoptif") (6), et l'emmène ainsi dans les Alpes en 1797 (7); certainement, le maître communique à son disciple son

enthousiasme pour la vie de géologue minéralogiste, si manifeste dans la leçon inaugurale de son cours ("Discours sur l'étude de la Géologie") (8), par exemple Dolomieu emmène Cordier avec lui à l'expédition d'Egypte. Tous deux observent et estiment numériquement l'affaissement en cours du pays sur son littoral (jusqu'à 2 ou 3 centimètres par siècle) (9). On sait comment le malheur les frappe au retour: leur navire désemparé aborde à Tarente, ils y sont mis au cachot puis à Messine libéré seul, Cordier réussit à regagner la France et mettra tout en oeuvre pour tenter de faire libérer son maître et ami. Il est nommé Ingénieur des Mines en 1801 et a de ce fait l'occasion de beaucoup voyager en France, notamment dans le Massif central (10). Nous savons qu'il a épousé la nièce et pupille de [Ramond](#) (11), qui, tout en étant préfet du Puy-de-Dôme, étudiait aussi, de façon approfondie, les volcans du département. On ne sait si Cordier est amené par cette voie à s'intéresser à la minéralogie des produits volcaniques, ou si ce désir est inspiré plutôt par l'exemple de Dolomieu. En tout cas, dès 1807 et 1808, Cordier (qui a donc alors 30 ans) (12) publie ses premières notes sur ce sujet. Il s'est lancé dans un immense travail, entièrement original et novateur, sur l'identification des constituants des laves massives, tufs, etc., et dont il sera question plus loin. Après la parution en 1816 des résultats définitifs de cette longue recherche, Cordier se lance dans une autre suite de recherches sur la chaleur souterraine, en effectuant des mesures systématiques de températures de la roche, conduites avec un soin extrême, dans les mines de houille de Littry, Carmeaux et Decise, notamment en 1822, 1823 et 1825. Son biographe précité (1) nous dit que sa vue avait été mise en danger par ses expériences au microscope et ses séjours prolongés dans les mines du Tarn et de l'Aveyron. Comme pour le mémoire de 1816, celui de 1827 sur la chaleur souterraine fit une impression profonde, en France et ailleurs. Comme nous le verrons brièvement plus loin, peu d'articles publiés en ce temps ont eu une influence aussi marquée et durable sur les sciences de la terre.

Cordier en a sans doute alors fini avec les difficiles recherches originales. Il investit son temps ailleurs, non pas seulement dans son enseignement et sa collection du Muséum, mais aussi, par exemple, dans les débats de la toute nouvelle Société géologique de France (dont il est l'un des actifs membres fondateurs et le premier Président). On le voit intervenir contre la doctrine des cratères de soulèvement, et dans d'autres disputes où il se fait l'avocat de la raison. Adeptes lui aussi, dans son domaine, de la "géologie positive" (cf. (1)), Cordier était l'adversaire des polémiques et des grandes doctrines. Dans le manuscrit de sa première leçon de 1822, il dit qu'il faut "renoncer à l'ambition de la théorie, pour ne s'attacher qu'aux faits incontestables, et rien qu'à eux". Une chose au moins devait le séparer de cet autre adepte de la "géologie positive" qu'était [Constant Prévost](#) (13) : comme à vrai dire la plupart de ses contemporains, il croyait aux "érosions diluviennes" (1816, p. 150) et non à l'érosion lente. Peut-être les reprend-il de [Ramond](#) (14) ?

Louis Cordier nous est décrit comme étant de constitution robuste, très méthodique, remarquable observateur, de mémoire sûre, exigeant mais bienveillant avec tous, faisant preuve de loyauté et de délicatesse, d'apparence sévère mais cachant son enthousiasme intérieur (qui transparait dans sa correspondance, avec son sentiment des vérités et des beautés naturelles). Peu ont autant voyagé, si possible seul et incognito, et toujours en récoltant lui-même des échantillons de roches, avec un soin extrême. "Ce qu'il a expédié de minéraux, au Muséum seulement, suffirait à construire un édifice" (1). C'est dire son amour du concret, peut-être jusqu'à s'y étouffer un peu. Cordier était de cette génération, créatrice de la Géologie en tant que science objective, qui a compris que pour elle, l'essentiel était de se livrer, sans ménager sa peine et en concertation, à un tout nouvel effort d'inventaire illimité des faits, avec une toute nouvelle rigueur et non sans mépris pour les géogénies prématurées du siècle antérieur.

L'étude des "substances minérales dites en masse".

Il importe d'abord de rappeler le contexte des recherches approfondies de Cordier sur les roches volcaniques admises ou encore contestées. Elles se situent au milieu d'un effort collectif de l'école française pour définir et classer l'ensemble des roches terrestres tout autrement que l'école allemande, c'est-à-dire principalement Werner et ses disciples. Cet effort est très bien défini en 1813 par [Alexandre Brongniart](#) (15) et par [de Bonnard](#) en 1819 (16) : l'école de Freiberg entend classer et même nommer les roches d'après leur gisement, en particulier les roches "mêlées" doivent être étudiées par rapport à leurs rapports de position avec les autres masses minérales. C'est là le point de vue de la géognosie de [Gottlob Werner](#), qui de l'avis général des contemporains, a constitué un progrès décisif dans l'étude du globe terrestre (la géognosie, c'est en somme notre géologie structurale concrète) ; mais en pétrographie, elle aboutissait à des impasses : roches semblables nommées différemment selon les formations, termes enveloppant des groupements hétérogènes, parti-pris neptunien s'étendant jusqu'au basalte, etc.

Tout en acceptant pleinement la méthode de la géognosie, les minéralogistes français entendent définir les

roches sans référence obligée à leur position et leur âge, et uniquement d'après leur nature intime propre, en un mot leur composition. Il s'agit donc de donner "une classification, une détermination, et une nomenclature minéralogique des roches" (Brongniart) comme, dit-il, l'ont déjà tenté [Dolomieu](#), [Faujas](#), [Delamétherie](#), Pinkerton, etc. Rien n'empêche de fournir ensuite un tableau de la distribution des roches préalablement définies minéralogiquement, au sein des diverses formations et selon l'ordre d'antiquité présumée. C'est ce que fait par exemple Cordier dans son cours de 1822 (4). L'on découvre alors que les mêmes roches se retrouvent insérées dans des terrains d'âge différent. La belle simplicité de l'édifice conceptuel wernérien s'écroule, mais la prise de conscience de cette récurrence pétrographique va se révéler d'une grande fécondité ([von Buch](#), [Humboldt](#), [Elie de Beaumont](#), etc.).

On notera que si Cordier est l'un des initiateurs de cette nouvelle prise de conscience, il n'acceptera jamais que la récurrence s'étende aussi aux roches plutoniques et cristallophylliennes et rejette jusqu'à la fin les conceptions huttoniennes, ceci parce qu'il s'est laissé piéger par les vues théoriques élaborées à partir de ses travaux sur la chaleur souterraine.

Cela dit, il s'en fallait de beaucoup que même un excellent observateur comme Alexandre Brongniart remplisse son programme et donne (15) une définition minéralogique correcte de toutes les espèces de roches de sa classification de 1813. Ainsi sa "basanite" est une roche formée d'une "base" de basalte compacte enveloppant divers minéraux disséminés, et le "porphyre" comporte une "base" de "pétrosilex" enveloppant des cristaux déterminables de feldspath. "Basalte" et "pétrosilex" sont traités comme des entités minéralogiques simples, sans nul essai d'en analyser la complexité réelle. Des embryons d'une telle dissection de ces masses minérales avaient été tentés par Dolomieu en 1794 (17). Il admet (dans une vision neptunienne de la "précipitation" originelle des roches des montagnes cristallines) qu'il existe tous les intermédiaires entre les roches (grenues) à cristaux ou grains apparents et celles d'apparence homogène comme les "pétro-silex", "Trapps" et "Roche de corne". Il avoue "l'impossibilité de découvrir la constitution particulière des molécules diverses que renferment des pierres dont le grain trop fin ne porte aucun caractère qui puisse éclairer les recherches de l'observateur" (19) : autrement dit, Dolomieu imagine que, étant donné une composition chimique de départ, la loi des affinités règle la formation des diverses "molécules intégrantes" correspondantes, qui peuvent selon leur dispersion plus ou moins grande, se grouper en grains plus ou moins bien visibles, ou comme "se confondre" dans une "pâte" ou "pierre" "fine et uniforme" (20). Dolomieu suppose ainsi la composition des "trapps" et "roches de corne", d'après la nature des cristaux qui se trouvent dans la pâte ou que "l'infiltration" en a extrait et déposé dans des fentes, à savoir du feldspath, du mica, du grenat fréquent et quatre sortes "schorls" (tourmaline, "schorl noir des volcans", "schorl noir lamelleux" et "horn-blende verte"). Mais il ne peut analyser directement la composition de la "pâte" composite, sauf dans des cas particuliers (ainsi, un petit éclat pris dans la "base" (la pâte) d'un porphyre rouge antique et en le chauffant au chalumeau, on découvre de petits grains noirs et blancs entrelacés : cette "base" n'est qu'un "granit déguisé". (21)

Cette notion de molécule intégrante, élément premier de l'espèce cristalline, est autant de [Haüy](#) que de Dolomieu, qui l'a reprise à son compte. (22)

Cordier avait été l'élève commun de Haüy et de Dolomieu; après la mort de ce dernier, il reste en relations suivies avec Haüy (23), qui lui vouait une sincère amitié et l'encourageait dans ses recherches. Il importait de pousser plus avant l'analyse minéralogique des "pâtes" et des roches en apparence homogènes, et d'autre part de caractériser de façon rigoureuse la nature des constituants de ces roches "en masse". Sans minimiser pour autant les efforts des autres auteurs (dont au premier chef Werner), Haüy clarifie considérablement la situation en définissant sur des bases presque définitives toute une série de minéraux constituant des roches cristallines et cristallophylliennes : actinote, amphibole, diallage, épidote, hypersthène, oligiste, orthose, pyroxène, sphène, staurotide, etc. parmi ceux qu'il a créés (24). Cela veut dire que toute la définition des roches susceptibles de contenir ces minéraux est à reprendre. Comme presque toujours quand un très grand travail préalable d'inventaire et de synthèse a déjà été fait, un nouvel et immense programme urgent de recherches s'impose aussitôt aux plus vigilants.

Dans la période 1790-1805, la querelle entre neptunistes et vulcanistes fait rage. L'Auvergne et le Vivarais ne suffisent pas à distance à régler la question, d'une part parce que leurs roches certifiées volcaniques sont très peu étudiées minéralogiquement par rapport à celles, proclamées neptuniennes, de la Saxe ; -et d'autre part, parce que personne n'a encore compris comment la fusion sèche peut engendrer des masses finement cristallines, et à plus forte raison des phénocristaux : ces derniers en tout cas sont en général considérés comme empruntés à du matériel antérieur d'origine neptunienne (25). Tout le monde en effet s'accorde à voir dans les roches cristallines, à commencer par le granite, le produit d'une cristallisation en milieu aqueux. - Outre les conversions spectaculaires en Auvergne, bien connues, d'élèves de Werner ([d'Aubuisson](#) 1803, [Leopold von Buch](#) 1802), il importe de signaler les recherches de Fleuriau de Bellevue qui, prolongeant et complétant

[Spallanzani](#), Dartigues et [James Hall](#), démontre l'homologie (26) entre les laves et les produits artificiels des fourneaux. Dès 1805, il affirme que "tous les cristaux des laves s'y sont formés pendant le refroidissement". Cette sorte de huttonien français (ne connaissant Hutton qu'en extraits) développe une idée formulée déjà par [Buffon](#) (27) sur la cristallisation en masse au cours d'un refroidissement lent, Fleuriat de Bellevue, constatant l'homologie des compositions minérales respectives (feldspath, mica, "amphibole"), se demande si les roches "primitives" ont vraiment une origine distincte des laves. A ce titre il est plus audacieux que Cordier, mais sa minéralogie laisse à désirer.

Cordier et "l'analyse mécanique" des "laves lithoïdes".

En 1806 (28), Cordier donne un premier résultat de ses recherches sur les produits volcaniques d'Auvergne : les "laves granitoïdes" poreuses ou massives [trachytes, etc.] "sont composées de feldspath, de pyroxène et de fer titane", et il en est de même de la roche du sommet du Meisner en Hesse, le "grünstein secondaire" de Werner, tenu par lui pour neptunien et formé de feldspath et d'amphibole. Cordier donne donc raison à Voigt contre Werner, il s'agit là d'un lambeau de roches volcaniques. - On voit que Cordier (alors âgé de 29 ans) n'hésite pas, fort de l'appui de Haüy (29), à porter l'attaque jusque dans la forteresse du Neptunisme allemand et dans ses localités-types. Avoir confondu pyroxène et amphibole est l'erreur-clef du système de Freiberg. Dolomieu avait fait la même erreur.

En 1807 et 1808 (30), Cordier montre que toutes les roches volcaniques, tant pulvérulentes que massives, contiennent du "fer titane" [ilménite] disséminé en quantité plus ou moins notable, et que ceci reste vrai même pour les roches volcaniques contestées.

Mais ce n'est qu'en 1815 que Cordier présente à l'Académie des Sciences (16 et 30 octobre et 6 novembre) le fruit de ses longs et minutieux travaux pétrographiques. Ce mémoire paraîtra l'année suivante dans le *Journal de physique* (31), long de 87 pages au total. Son titre est significatif : *Mémoire sur les substances minérales dites en masse, qui entrent dans la composition des roches volcaniques de tous les âges.*- Un premier chapitre situe le problème. On constate que les produits des volcans actifs, ou éteints certains, ont été beaucoup moins étudiés que les lambeaux de terrains volcaniques contestés du Nord de l'Europe, et de plus des préjugés génétiques ont vicié le problème en assimilant les "feux souterrains" aux simples feux des fourneaux ou des houillères incendiées. On a méconnu, malgré Dolomieu, que les courants de laves récentes se "coagulent" à leur intérieur en une contexture parfaitement "pierreuse" et "porphyrique", ce que Haüy a nommé "lave lithoïde". Le plus souvent les laves modernes n'ont été étudiées que sur des collections de produits ramassés en surface, scories et autres, dont la nature a égaré de très bons esprits. Et les nombreuses observations récentes (von [Humboldt](#), von Buch, Breislak, etc.), tout en étendant considérablement le domaine volcanique, n'ont pas fait l'objet d'un dépouillement coordonné et systématique, en confrontation avec les données plus ancienne, la classification des "substances minérales non cristallisées", ou pâtes, ainsi que leur spécification, reste fort insuffisante, que l'on ait affaire à une structure "vitreuse, scorifiée, compacte, terreuse, friable ou pulvérulente". L'analyse chimique n'a pas abouti à des résultats probants (32).

"Frappé des imperfections radicales que je viens de signaler dans la Minéralogie des volcans, j'ai entrepris de chercher mes moyens de suppléer à l'insuffisance des notions fournies par l'analyse, au peu de précision des caractères extérieurs et au vague des aperçus indiqués par les caractères empiriques", poursuit Cordier (33). Il faut sortir de l'impasse où se sont enfermés les auteurs qui, comme Brongniart ou Werner, ont considéré les substances en question comme espèces minéralogiques, tandis que Dolomieu, suivi par Haüy, ainsi que [Faujas](#) de Saint-Fond et [Delamétherie](#), ont voulu rapporter ces "bases" aux roches (primitives) antérieures dont elles sont supposées issues par fusion plus ou moins totale et mélange.

Tout pour Cordier était donc dans la solution du problème suivants "*Les pâtes volcaniques indéterminées sont-elles mécaniquement composées, et en cas de composition mécanique appréciable, quels sont les éléments minéralogiques composants ?*". Pour résoudre cette question d'apparence simple, en fait "tout-à-fait générale et fondamentale", Cordier a dû imaginer de nouveaux moyens d'étude et d'expérience, hautement originaux et d'un immense mérite.

Pour "obliger les différentes substances dont il s'agit, à manifester leur texture intime", Cordier recourt au microscope et au chalumeau, en développant de façon très féconde des voies à peine esquissées avant lui. Il réduit en poudre par écrasement (ou observe entiers) de très minces éclats des roches dures, et délait et trie les particules des matières volcaniques pulvérulentes. Les petits fragments, de 1/20 à 1/100 de mm, sont observés au microscope, éclairés surtout par-dessus ; leur aspect est comparé à celui d'une poudre

d'écrasement des cristaux caractéristiques bien déterminés extraits des roches volcaniques : à savoir essentiellement pyroxène, feldspath, péridot, "fer titané", ainsi que amphibole, mica, "amphigène" (leucite) et pour mémoire, oligiste. L'identification par l'aspect extérieur des grains (complété par le comportement de la poudre, lorsqu'elle est homogène, sous le pilon et au toucher), est corroboré par des essais systématiques de fusibilité comparée, selon une méthode mise au point par de Saussure (35). Les grains à éprouver sont fixés (eau gommée) sur un très mince filet de disthène, puis soumis à la flamme du chalumeau ; on examine enfin le résultat au microscope micrométrique. Les globules de fusion obtenus (de diamètre maximum) sont d'autant plus petits que la température de fusion est plus élevée, dans un rapport inverse simple. Outre cette table de fusibilité de de Saussure, reprise par Cordier et précisée pour ses huit espèces minérales fondamentales, notre expérimentateur a dressé des comptes-rendus d'essais de fusion de mélanges délibérés de poudres, et d'autre part de la couleur du produit de fusion de "pâtes" réelles, en fonction de leur teneur déterminée par ailleurs en feldspath et en pyroxène. Enfin les grains opaques sont identifiés par leur aspect et leur magnétisme. Cordier a démontré antérieurement qu'il s'agit presque toujours d'un nouveau minéral par lui découvert, le "fer titané". Leur teneur varie de 0,05 à 0,02 selon la couleur plus ou moins claire de fusion de la "pâte".

Contrairement à toute attente, les roches volcaniques formées de minéraux microscopiques se sont révélées n'être formées que d'associations ternaires et quaternaires en petit nombre, ne comprenant que les huit espèces mentionnées plus haut. L'attente de la découverte d'une substance générale commune toute nouvelle, ou de la mise en évidence de la participation d'un grand nombre d'espèces minérales connues ou nouvelles, s'est trouvée déçue, nous dit Cordier, dans ces pâtes lithoïdes. Ces quelques associations se divisent d'elles-mêmes en deux classes, l'une surtout feldspathique, l'autre où le pyroxène, sans être dominant, est abondant. La première seulement peut comporter de l'amphibole et du mica; la seconde seule peut comporter du péridot. - Cordier estime que ses résultats obtenus par "analyse mécanique" sont d'accord avec ceux de l'analyse chimique. Il sera curieux, ajoute-t-il, de vérifier à l'avenir si une simple reconnaissance "mécanique", connaissant les minéraux composants, permettra d'estimer d'avance la composition chimique (dit en termes d'aujourd'hui, il prévoit que la composition modale coïncidera avec un spectre chimique précis). - Autre résultat capital: les "pâtes lithoïdes" sont identiques de contexture intime et de composition mécanique" dans les courants de laves modernes, les courants de laves non discutables antérieurs aux temps historiques, les courants disjoints dont l'origine est plus ou moins contestée, toutes sont comme "des granites microscopiques" dont le fin tissu "entrelacé" est tout au plus interrompu par des vacuoles.

Cordier dégage lui-même les conséquences tout-à-fait fondamentales qui découlent de ces faits. Il n'y a que deux grands groupes de "pâtes lithoïdes" (= roches micro grenue, de tous les âges), l'un se rattachant au feldspath, qu'il veut nommer "leucostine" (= roches volcaniques leucocrates) l'autre qui est le "basalte" (= roches volcaniques mélanocrates). Toutes sont issues de la "coagulation" d'un courant fluide qui "cristallise en entier par le refroidissement" en une infinité de petits grains entrelacés où tranchent de plus gros cristaux qui sont "les premiers produits de l'agrégation régulière" (*Ipso facto*, il va de soi que le travail de Cordier règle une fois pour toutes le mythe wernérien de l'origine neptunienne du basalte).

Examen des "substances minérales non volcaniques" : pétrosilex, trapp et cornéenne.

Ici Cordier est un peu moins bien inspiré. Sa méthode d'analyse mécanique est en échec tant le grain est fin, ou ne retrouve pas les espèces minérales des laves lithoïdes, pyroxène et fer titane notamment. Sauf les masses comme "adventices" de laves anciennes associées, tout le reste appartient pour lui à l'ensemble indivis et mal défini des "terrains primitifs et intermédiaires". Il ignore évidemment les effets du métamorphisme sur les anciennes masses éruptives, rétrogradées en minéraux épimétamorphiques, et ne peut les séparer des dérivés sédimentaires. - Mais l'opposition radicale ainsi mise en évidence entre les roches volcaniques et celles du terrain primitif au travers duquel elles ont surgi, comme par exemple dans le Vivarais, donne à son avis un grand poids à l'idée exprimée tardivement par Dolomieu (36) : le siège des "feux souterrains" et d'où sortent les laves est situé sous "l'écorce consolidée du globe" et consiste en réalité en un vaste domaine fluide central,

Scories, cendres, tufs.

Ces divers produits, jusque-là classés uniquement d'après leur types physiques extérieurs, sont eux aussi l'objet des dissections minéralogiques minutieuses de Cordier. Il y retrouve en éléments souvent très fins les divers constituants minéraux des laves lithoïdes, et peut étendre à ces matériaux la dichotomie entre types

feldspathiques et types pyroxéniques. Il nomme "spodite" les cendres feldspathiques et "cinérite" les cendres pyroxéniques. Aussi bien dans les scories que dans les cendres et les ponces, du verre s'ajoute aux éléments cristallins, en quantité variable. Ce verre est homologue de celui trouvé occasionnellement en masses, presque toujours parsemé de petits cristaux disséminés, de mêmes espèces que ceux des laves "congénères". Il nomme obsidienne les verres clairs et "gallinace" les verres pyroxéniques; tous les intermédiaires s'observent entre eux et les laves lithoïdes. - Enfin, Cordier étudie les "wackes" et les tufs où les éléments minéraux ont été altérés par les eaux d'infiltration ou les eaux de la mer, comme affectés d'une "maladie des minéraux", et aussi les tufs cohérents, consolidés par une substance étrangère (calcaire, "fer hydraté", silice hydratée, zéolithe, etc.). Il arrive encore à retrouver dans ces roches une partie au moins des espèces minérales caractéristiques par leurs associations de ses deux groupes feldspathique et pyroxénique (le fer titané notamment, demeure comme indestructible au milieu des altérations).

Conclusions.

Ce sont des centaines d'échantillons de roches récoltées par lui-même en France, Allemagne, Ténériffe, etc. ou provenant de collections sûres, que Louis Cordier a étudié avec cette minutieuse et intransigeante rigueur. De l'avis général, il est le premier à avoir étudié les roches au microscope (37) et restera longtemps apparemment le seul. Lui-même résume ses principaux résultats à la fin du mémoire historique de 1816; désormais ces substances en masse d'apparence homogène, qui servent de "bases" aux roches volcaniques "de tous les âges et de tous les pays" "se trouvent rigoureusement définies à l'aide d'un nouveau mode d'analyses d'une sorte d'Anatomie comparée". Toutes se ramènent à deux types d'associations minérales simples l'une "feldspathique" [= leucocrate], l'autre "pyroxénique" [= mélanocrate]; toutes comprennent un minéral spécifique, le "fer titané", qui leur donne leurs propriétés magnétiques (30). Identiques à elles-mêmes au travers des âges (à de menues modifications près), les roches volcaniques forment un "monde minéralogique" original, dont toutes les variétés sont congénères"; leur composition très particulière et leur constitution ne se retrouvent pas dans les autres terrains. Elles sont le produit de la "coagulation" de "la matière incandescente des éruptions" qui la résout presque toujours "en une immensité de cristaux microscopiques".

Cordier n'en dit alors pas plus, mais il est évident qu'il s'est rallié sans réserves à l'hypothèse de Dolomieu d'une origine profonde des laves, radicalement étrangères au monde des roches affleurant en surface. Il est dès lors tout naturel qu'il s'attaque au problème de la chaleur interne de la terre, objet de controverses séculaires. Le XVIIIe siècle a pratiquement abandonné l'idée d'un feu central actif (même [Buffon](#) ne cherche pas à relier les volcans à la chaleur interne; Moro, Needham et Hutton sont des exceptions). Le Neptunisme un moment triomphant impose l'idée d'un globe terrestre inerte, consolidé une fois pour toute et où l'on minimise au maximum la tectonique.

Or, Cordier, passant d'abord au crible les mesures antérieures de température dans les mines, puis d'après les siennes propres, montre d'une façon définitive et irréfutable, dans son mémoire de 1827 (38), que l'accroissement de température avec la profondeur est (en France) de l'ordre de 1° par 25 mètres. Les travaux de Fourier (1824) avaient déjà démontré que la terre continue de se refroidir. Cordier déduit de ses travaux que la terre n'est pas un astre mort. Il voit le globe comportant une "écorce" d'épaisseur variable d'une région à l'autre, reposant sur une masse interne encore fluide, et entrevoit d'immenses conséquences: "tout est en mouvement et en travail à l'intérieur, comme tout est en mouvement et en travail à l'extérieur : "preuve la plus puissante de l'existence du grand principe d'instabilité universelle, principe supérieur aux grandes règles que l'on s'est habitué à regarder comme constituant exclusivement les lois de la nature, (...) qui paraît dominer l'univers jusque dans ses moindres parties, qui modifie incessamment toutes choses, qui les altère ou les déplace insensiblement et sans retour, et les entraîne, à travers l'immensité des siècles, à des fins nouvelles que l'intelligence humaine ne saurait assurément pénétrer, mais dont elle pourrait du moins s'enorgueillir d'avoir pressenti la nécessité". - Au-delà des applications géologiques immédiates de cet autre mémoire historique de Cordier ([Elie de Beaumont](#) s'y réfère expressément; le métamorphisme et le plutonisme vont certainement s'y appuyer dans leur prochain triomphe), - ces dernières paroles inspirées ne préfigurent-elles pas la philosophie scientifique moderne toute entière ?

Bibliographie

(1) (Charles READ) (1861). *Notice sur la vie et les travaux scientifiques de M. P.-L.-A. CORDIER*. Paris, 60 p.

- (2) Charles d'ORBIGNY (1848). Classification et principaux caractères minéralogiques des Roches, d'après la méthode de M.Cordier et les notes prises à son cours de géologie du Muséum d'histoire naturelle, par [Charles d'Orbigny](#). Extrait du *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle*, 46 p., Paris.
- (3) Charles D'ORBIGNY (1861). *Description des roches composant l'écorce terrestre et des terrains cristallins constituant le sol primitif (...), ouvrage rédigé d'après la classification, les manuscrits inédits et leçons publiques de Feu P.-L.-A. Cordier (...)*. Paris, XVI + 553 p.
- (4) P.MARASCHINI (1823). Distribuzione delle rocce e classificazione geologica dei terreni del signor P.L.Cordier (...) exposa nel suo corso dell'armo 1822. Milano, 56 p. (Extrait de la *Bibliotheca italiana*).
- (5) B. von COTTA (1866). *Rocks classified and described. A treatise on Lithology*. An English édition by Philip Henry Lawrence, London, XII+425p.
- (6) Ch. READ, loc. cit. ; - *Lettre de Dolomieu à Cordier*, 4 Avril 1800, in A. LACROIX, *Déodat Dolomieu (...). Sa correspondance, sa vie aventureuse, sa captivité, ses oeuvres*, Paris, 1921, t.II, p.198.
- (7) Sur ce voyage, voir *Journal des Mines*, n°XLI, Pluviôse an VI, pp. 389-393
- (8) *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, t.II, 1794, pp. 256-272.
- (9) *Annales des Mines*, (2), t.II, 1827, p.127.
- (10) Voir le "bref compte-rendu d'un de ces voyages géologiques, en compagnie de Delamétherie, dans le *Journal de Physique*, t.LVI, an XI (= 1803), pp. 220-223.
- (11) A.LACROIX (1945). La vie et l'oeuvre de l'abbé René-Just Haüy. In *René Just Haüy*, Société française de Minéralogie, Paris, Masson, 1945,p.151
- (12) *Journal des mines*, t.XXI, 1807, pp.249-260 et t.XXIII, 1808, pp.55-74.
- (13) G.GOHAU. [Constant Prévost](#) et la géologie positive. *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie (COFRHIGEO)*, n.9 (Séance du 17 mars 1978) (multigr.).
- (14) Baron RAMOMD (1818) . Nivellement barométrique des Monts-Dores et des Monts-Domes, disposé par ordre de terrain, et présenté à la Classe des Sciences Phyques et Mathématiques de l'Institut, dans ses séances des 24 et 31 Juillet 1815. *Mémoires de la cl. des Sc.math. et phys. de l'Institut de France*, années 1813, 1814 et 1815, Paris, 1818, pp.25, 39, 47, etc.
- (15) Alex. BRONGNIART (1813). Essai d'une classification minéralogique des roches mélangées. *Journal des mines*, t.XXXIV, 1813(2), pp.7-20.
- (16) DE BONNARD (1819). Article Roche, in *Nouveau dictionnaire d'Histoire naturelle*, ... t.XXIV, 1819, pp.318-326.
- (17) DOLOMIEU (1794). Suite du Mémoire sur les Roches composées en général ..., *Journal de Physique* ..., t.XLV, 1794, pp.241-246 et 252 sqq.
- (18) Karl ZITTEL dans sa *History of Geology and Palaeontology* (trad. M.Ogilvie-Gordon, London 1901; réimpr. J.Crâmer 1962), pp.325~326, dit que Cordier (dont il minimise fort les résultats) a été précédé dans sa méthode d'étude microscopique par Dolomieu et Fleuriau de Bellevue. Cordier lui-même ne se donne comme prédécesseurs que Gicenni (et confrères) à Naples et de Saussure, mais non du tout aux fins de connaître les constituants de roches massives.
- (19) Dolomieu, LoC.Cit.,(1794), pp.241-242.
- (20) Ibid, 252-253.
- (21) DOLOMIEU (1794) Mémoire sur les roches composées en général, ..., *Journal de Physique*,..., t.XLIV, 1794, p.197.
- (22) R.J.HAUY (1801). *Traité de minéralogie*; cf. J.ORCEL, Haüy et la notion d'espèce en minéralogies in *René Just Haüy*, Soc. Fr. Minéral., Paris 1945, PP.266-306. - Comparer avec DOLOMIEU, Sur la philosophie minéralogique et sur l'espèce minéralogique, Paris, 1801 (cité par J.ORCEL, loc.cit. PP.298-300); - du même,

Sur l'espèce minéralogique, *Journal des mines*, t.X, an IX (1801), n° LVI, pp. 587-630 et n°LVII, pp.647-706; voir notamment p.706. Ce mémoire est l'abrégé de l'ouvrage précédent, chant du cygne de l'auteur, et écrit par lui dans sa prison de Messine (voir note du Rédacteur, ibid, n°LV, p.V).

(23) cf. Lettres de Haüy à Cordier, in A.LICROIX loc. cit.(1945), PP.166- 168 et 188-189.

(24) J.ORCEL, loc.cit. , pp.311-335.

(25) R.J.HAUY (an V = 1797), *Journal des mines*, t.V, n° XXVIII, p.269 : "Le nom de pyroxène, que j'ai donné depuis longtemps dans mes cours, au prétendu schorl volcanique, et que le citoyen [Daubenton](#) a adopté dans les dernières éditions de son tableau minéralogique, avertit que cette substance ne doit pas son origine à l'action du feu, comme quelques minéralogistes l'avaient pensé, mais n'est qu'un produit adventif parmi les déjections volcaniques où il ne se trouve que parce qu'il entrait dans la composition des roches qui ont été converties en laves".

(26) FLEURIAU DE BELLEVUE (an XIII = 1805). Mémoire sur l'action du feu dans les volcans... , *Journal de Physique*, t.LV, pp.409-470. - Dolomieu l'avait eu comme élève et avait voyagé avec lui au Tyrol et en Italie. Voir témoignages de Dolomieu in A.LACROIX, loc.cit. (1921), pp.57 et 232. - L'auteur part de l'examen d'une masse formée dans une verrerie et ayant pris l'aspect "d'une roche produite par la voie humide", et des expériences de James HALL qui lui reviennent en mémoire (connues, semble t-il, à travers la *Bibliothèque britannique*). Il conclut de son étude que les laves (et les météorites) ont passé par une fusion aussi complète que ces "cristallites" artificielles, facilitée par les alcalis et la pression (Dolomieu faisait jouer ce rôle au "soufre")

(27) Buffon, *Histoire des.....minéraux* , t.II, 1783 (= édit. Richard, 1835, t.V, PP.7-9).

(28) Louis CORDIER (1806). Lettre de Louis Cordier, Ingénieur des Mines, à J.-C. Delamétherie, sur les substances volcaniques, Extrait. *Journal de Physique*, ...r.LXIII, 1806(2), PP.234-235.

(29) Lettre de Haüy à Cordier du 11 Décembre 1806, in A.LACROIX, loc.cit., 1945, P.167.

(30) *Journal des Mines*, t.XXI, 1807, pp.249-260 et t.XXIII, 1808, p. 55-74. - On notera combien Cordier s'y montre non seulement minéralogiste mais chimiste minutieux.

(31) *Journal de physique* ..., t.XXXIII, 1816, pp.135-163, 285-307, 352-386.

(32) Notamment, faute d'un dosage correct et systématique des alcalis, et aussi d'une idée directrice sur une classification chimique.

(33) Loc.Cit., 1816, p.138.

(34) Voir *Journal de Physique*...t.XLV, 1794, pp.102-125, 175-200, 241-263; t.XLV, 1794, pp.81-105.

(35) *Journal de Physique*... t.XLV, an II (1794), PP.3-44.

(36) DOLOMIEU, *Journal des Mines*, t.VII, n° XLI, an VI (1798), PP.393-402. - Voir sa critique par MUTHUON, ibid, n.XLVII, pp.869-883.

(37) Cf. Ami BOUE, *Autobiographie* ..., Vienne 1819, p.89 : "Mr.Cordier m'avoit initié à sa méthode alors nouvelle en 1819 d'examiner les roches éruptives par la voie d'une trituration légère mécanique et par le microscope".

(38) Essai sur la température de l'intérieur de la terre. *Annales des mines* (2), t.II, pp.53-138. Fut rapidement diffusé à l'étranger en résumé ou traduction. - Voir les avatars de l'idée de la chaleur souterraine l'essai de DAUBREE: Descartes, l'un des créateurs de la cosmologie et de la géologie. *Journal des Savants*, Mars-Avril 1880(27 p.)- Que le débat pour ou contre la chaleur interne du globe se soit néanmoins poursuivi assez longtemps, est attesté par le thème du *Voyage au centre de la Terre* de [Jules Verne](#).