

RT p 727 m

INSTITUT DE FRANCE

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1930

NOTICE HISTORIQUE

SUR

FRANÇOIS-SULPICE BEUDANT

ET

ALFRED DES CLOIZEAUX

MEMBRES DE LA SECTION DE MINÉRALOGIE

par M. Alfred LACROIX

SECRETAIRES PERPÉTUELS



PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET C^{ie}

IMPRIMEURS-LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55

MCMXXX



INSTITUT.
1930 - 26

Bibliothèque Maison de l'Orient



154180

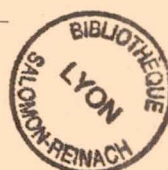


A. Boudant

Kip 127m

INSTITUT DE FRANCE.

ACADÉMIE DES SCIENCES.



NOTICE HISTORIQUE

SUR

FRANÇOIS-SULPICE BEUDANT

ET

ALFRED-LOUIS-OLIVIER LEGRAND

DES CLOIZEAUX

MEMBRES DE LA SECTION DE MINÉRALOGIE

LUE DANS LA SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU 13 DÉCEMBRE 1930

PAR

M. ALFRED LACROIX

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL.

MESSIEURS,

Dans la classification des sciences, la Minéralogie occupe un carrefour. Elle a pour objet essentiel l'étude des minéraux, de leurs propriétés, de leurs gisements, de leur rôle dans la nature; la Lithologie est son application à la connaissance des roches et de leur origine, c'est-à-dire à la Géologie, à la Physique du globe, à l'Astronomie même, quand ces roches sont des météorites venues des

INSTITUT.
1930. — 26.

espaces célestes. L'étude des gites minéraux ou métallifères, la Métallogénie, avec son point de vue utilitaire, autant que scientifique, complète la figure de la Minéralogie considérée comme science naturelle.

Mais, par leur composition, les minéraux ne sont que des cas particuliers, souvent fort complexes, de ces innombrables produits définis qu'étudie la Chimie. Celle-ci fournit les méthodes permettant d'analyser, de préciser, d'interpréter leur constitution, ainsi que toutes leurs propriétés chimiques. Elle donne aussi le moyen de les reproduire, ou tout au moins de tenter leur synthèse.

Aussi bien que les sels artificiels de la Chimie minérale et de la Chimie organique, les minéraux sont pour la plupart cristallisés; la connaissance de leurs formes, des lois qui les régissent, en un mot la Cristallographie, est du domaine de la Géométrie, alors que de la Physique se réclament toutes leurs autres propriétés; celles qui sont sous la dépendance de la symétrie ont une importance chaque jour grandissante, et l'application des rayons X à leur étude a ouvert un chapitre singulièrement attachant et riche en promesses de la Physique moléculaire et de la Philosophie naturelle. Pendant longtemps, les minéraux dépourvus de cristallinité ont été dédaignés; on sait aujourd'hui que les colloïdes ne présentent pas moins d'intérêt que les corps anisotropes, bien qu'à d'autres points de vue. Ils jouent un rôle considérable dans la constitution des sols et, grâce à eux, les recherches physico-chimiques nous ramènent à l'histoire naturelle de la Terre.

Ce tableau pourrait être complété, mais tel qu'il vient d'être esquissé, il suffit pour montrer que la Minéralogie est bien un centre de convergence des sciences mathématiques, physiques, chimiques, naturelles. Aucune barrière ne limite vers l'extérieur la curiosité de ceux qui la cultivent ni vers elle-même celle des savants attachés aux disciplines voisines. Aussi l'homme de science le mieux doué ne saurait dominer tout cet ensemble, car il lui faudrait être universel et il n'est plus possible de l'être. Le minéralogiste doit donc choisir et se tailler une

originalité à la mesure de ses forces, de ses aptitudes, de ses goûts, des possibilités de travail à sa portée ; il lui faut aussi subir l'influence des circonstances extérieures jouant si souvent un rôle appréciable, voire même capital, dans la destinée des humains.

Il en résulte que, pour employer un langage cristallographique, l'œuvre des minéralogistes, prise dans sa généralité, est nécessairement très polymorphe et que les tendances de deux d'entre eux sont rarement superposables. De cela, les deux confrères auxquels est consacrée cette Notice, nous fournissent un exemple particulièrement frappant. L'ensemble de leur activité intellectuelle a couvert plus des trois quarts du siècle dernier ; l'un, Beudant, s'essayait déjà aux recherches originales au moment où l'autre, A. Des Cloizeaux, entrait dans l'existence ; le premier est mort à l'heure où le second commençait à affirmer sa personnalité de cristallographe. Il s'en est fallu de peu que, dix ans plus tard, Des Cloizeaux n'occupât le fauteuil de Beudant dans cette Académie.

Non seulement leur œuvre, mais leur caractère, leur vie offrent plus de dissemblances que d'analogies. C'est là ce que j'ai le dessein de vous montrer.

I.

François-Sulpice Beudant est né à Paris, le 5 septembre 1787. Son père, originaire des Ardennes, était venu s'y établir quelques années auparavant. Le 21 janvier 1793, il disparut sans qu'il fût possible de retrouver sa trace ; sa femme quitta alors la capitale avec son jeune fils, seul survivant de quatorze enfants morts jeunes. Elle se réfugia auprès de familles amies et en particulier de celle de Gillet de Laumont. La jeunesse de notre futur confrère allait se passer dans un milieu très cultivé et sympathique ; son influence fut décisive dans le choix de sa carrière.

Quelques mots ne seront pas inutiles au sujet de Gillet de Laumont devenu membre libre de notre Académie, le 24 juin 1816, après avoir été, en 1799, associé non résident de la Première classe de l'Institut.

*
* *

François-Pierre-Nicolas Gillet de Laumont, lui aussi, était né à Paris, le 28 mai 1747. Fils d'un avocat célèbre, Pierre Gillet, pour un temps échevin de la capitale, il voulut tout d'abord embrasser la carrière paternelle. Avocat au Parlement en 1768, à la suite de l'exil de la cour, il se livra à l'étude des Mathématiques, pour abandonner le barreau sans esprit de retour et se faire admettre à l'École militaire. Une nouvelle carrière s'ouvrait, brillante, devant lui ; enseigne aux grenadiers royaux, en 1772, nous le voyons, en effet, cinq ans plus tard, capitaine commandant. Mais il avait fait la connaissance d'hommes de science enthousiastes : Daubenton, Romé de l'Isle, de Bournon, Haüy, Sage, J.-C. De la Métherie, et ces hommes l'entraînèrent vers la Minéralogie sortant de l'empirisme. En 1784, brusquement il change encore une fois de direction et obtient une place d'inspecteur des mines ; et aussitôt de parcourir la Bretagne, où il découvre, dans les mines de Huelgoat, le *plomb vert* et la zéolite que, peu d'années plus tard, Haüy appellera la *laumonite*. Il explore ensuite les Pyrénées, trouve et décrit, aux environs de Mauléon, le minéral qu'Haüy, encore, va nommer *dipyre*. Le premier, il recueille des fossiles à la Tour de Marboré et à la Brèche de Roland, puis, en compagnie de son collègue, Lelièvre, membre de la section de Minéralogie de la 1^{re} Classe de l'Institut, il fouille le Couseran. Ils y rencontrent la roche décrite d'abord par Lelièvre, puis par Picot-Lapeyrouse et bientôt connue sous le nom de *therzolite* que lui donnera De la Métherie.

Tout en faisant ses inspections d'ingénieur des mines, Gillet de Laumont réunit une belle collection de minéraux complétée, en 1792, par l'achat de celle de Romé de l'Isle, mort deux ans plus tôt.

En 1793, il est chargé de l'inventaire des objets d'art et de science, confisqués par la Convention, et l'année suivante, il devient membre de la Commission de saisie desdits objets. Au cours de cette période

si trouble de notre histoire, son tranquille courage sauva, dit-on, la tête de nombre de ses amis.

Lors de la constitution de l'Agence des Mines (1794), il en fut membre, et, à ce titre, contribua puissamment à la réorganisation de l'École des Mines. Parvenu au sommet de la hiérarchie de son Corps, il mourut, le 1^{er} juin 1834, laissant des travaux scientifiques et administratifs appréciés.

Gillet de Laumont n'était pas seulement un minéralogiste et un administrateur éprouvé; il cultivait avec passion les belles fleurs dans son domaine de Laumont; l'un des fondateurs de la Société d'Horticulture et de celle d'Encouragement à l'industrie nationale, il aimait à recevoir des artistes, à les encourager et à les aider. On comprend combien durent être agréables et fructueux pour le jeune Beudant l'intime fréquentation d'un semblable entourage et les conseils d'un pareil tuteur. Aussi ne doit-on pas s'étonner de sa précoce vocation pour les sciences, de son éclectisme et de l'attraction que la Minéralogie exerça sur lui.

*
* *

Sur le registre d'inscription au cours d'Haüy, pour l'année 1807, se voit la signature de Beudant suivie du titre d'« élève des mines ». Or, à cette époque, et depuis 1802, l'École des mines avait été transférée de Paris à Pesey, puis à Moutiers en Tarentaise. L'Agence devenue le Conseil des Mines, le laboratoire chimique de l'ancienne école, la plus grande partie de sa bibliothèque, et enfin ses collections, organisées et classées par Haüy, étaient restés à l'Hôtel de Mouchy, siège de l'institution déportée. Les collections étaient encore sous la garde de Tonnelier, ancien collaborateur d'Haüy; leur conservateur adjoint était un géologue notoire, d'Aubuisson de Voisins. Je suppose que des travailleurs libres devaient y être admis et que Beudant, introduit par Gillet de Laumont, était de ce nombre.

Ceci est une déduction tirée de documents clairsemés que j'ai pu

recueillir, mais ce qui est certain, c'est que lors de la création de l'École Normale supérieure, Beudant fut l'un des cent jeunes gens choisis pour y entrer (*Moniteur* du 24 septembre 1809).

Il a toujours été considéré comme ayant fait partie de cette promotion initiale de l'École qui conserve pieusement son buste et comme ayant été le premier normalien devenu membre de l'Institut, mais, en réalité, il n'est pas entré à l'École Normale, car celle-ci ne fut ouverte qu'en novembre 1810 et, par arrêté du 25 septembre de cette même année, il avait été nommé professeur de Mathématiques spéciales au lycée d'Avignon.

Il y resta deux ans ; son séjour dans cette ville eut une conséquence importante pour sa vie ; il se lia d'amitié avec un ancien officier, devenu économiste du lycée, Charles Gratien de Cardaillac, dont, plus tard (1821), il épousa la fille.

En 1812, il est envoyé au lycée de Marseille, en qualité de professeur de Physique et de Mathématiques spéciales. C'est de là qu'il part pour la première étape de sa carrière de minéralogiste. Par décision ministérielle du 14 juillet 1814, il est mis en congé, et le Grand maître de l'Université, Fontanes, le lui signifie dans les termes suivants par une dépêche adressée chez Gillet de Laumont : « Je vous félicite, Monsieur, de la marque de confiance dont Sa Majesté vous honore en vous chargeant d'aller remplir en Angleterre une mission relative aux sciences et aux arts. Le titre de professeur de Physique du lycée de Marseille vous est conservé et vous pourrez en reprendre les fonctions à votre retour. »

Ces fonctions, il ne devait plus les exercer, la mission dont il était chargé, sans aucun doute à l'instigation de Gillet de Laumont, consistait à aller à Londres prendre possession du « Cabinet minéralogique » du comte de Bournon, et ceci me conduit à ouvrir une nouvelle parenthèse pour rappeler le souvenir de ce minéralogiste dont la vie est moins connue que l'œuvre ; il joua un rôle de promoteur pour une partie de celle de Beudant.

*
* *

Le comte Jacques-Louis de Bournon est né à Metz, le 21 janvier 1751; son père, Jacques de Bournon, seigneur de Gras, propriétaire du château de Fabert, près de Metz, était possesseur d'une belle collection de minéraux. Jacques-Louis fut donc élevé dans l'amour des pierres. Pendant sa jeunesse, il fit, de nombreuses observations d'histoire naturelle dans diverses provinces de France, et notamment dans le Dauphiné et le Massif central et réunit à son tour une collection minéralogique considérable. Ayant fait la connaissance de Romé de l'Isle, il devint son disciple, passionné pour la Cristallographie naissante, et il resta son ami fidèle.

La Révolution le trouva capitaine d'artillerie et lieutenant des maréchaux de France à Grenoble. Très tôt, il passa le Rhin avec toute sa famille pour rejoindre l'armée de Condé à Coblençe.

Après la campagne de 1792, il gagne l'Angleterre, mais complètement ruiné, comme tant d'autres émigrés pour subsister, lui et les siens, il doit trouver un métier et la Minéralogie, jusqu'alors son passe-temps, devient son gagne-pain. Il travaille au classement et à la description des plus grandes collections minéralogiques anglaises, celles de Greville et de Sir John S^t Aubyn, puis de la collection de diamants de Sir Abraham Hume. Il en reconstitue même une nouvelle pour lui-même. Il avait eu soin de placer un signe spécial sur ceux des échantillons de sa collection auxquels il attachait le plus de prix; grâce à cette précaution, ses amis de France purent sauver quelques épaves de ses premières recherches et les lui faire passer de l'autre côté de la Manche. Ainsi il put décrire le rare minéral de l'Oisans auquel il a donné le nom de craitonite (chrichtonite).

Très apprécié en Angleterre dans le monde savant, aussi bien que dans la haute société, il devint membre de la Société royale de Londres, puis fut un des fondateurs, et le premier secrétaire pour l'Étranger, de la Société géologique de cette ville (1808), la doyenne des sociétés géologiques du monde.

Sollicité de rentrer en France sous l'Empire, il fut retenu en exil par son attachement aux Bourbons et ne revint à Paris qu'avec eux.

Le premier travail important qu'il ait publié, date de 1785; c'est une étude sur les gites de charbon de Saint-Étienne accompagnée d'une description fort intéressante des houillères embrasées de la Ricamarie et de leurs roches fondues, ainsi que de remarques sur le Forez.

Son œuvre principale est son *Traité de la chaux carbonatée* constituant trois volumes in-4°, dont l'un contient 72 planches de figures représentant les combinaisons de formes des cristaux de ce minéral. Il avait résolu de mettre à profit ses observations faites sur place et dans les collections, ainsi que sa profonde connaissance des minéraux pour écrire un grand traité de Minéralogie, véritable encyclopédie, constituée par des monographies des principales espèces; celle consacrée à la chaux carbonatée devait en être le modèle. C'est non seulement une étude cristallographique très complète, mais une description de toutes les formes du carbonate de calcium dans ses innombrables gisements: elle comprend aussi l'étude des roches calcaires et de la constitution des coquilles des Mollusques vivants ou fossiles. Cet ouvrage est précédé de considérations générales sur les propriétés des minéraux et le calcul de leurs formes cristallines.

On lui doit encore des recherches sur divers minéraux dont plusieurs étaient nouveaux pour la Science (fibrolite, humite, craitonite, indianite), ainsi que la description de ceux recueillis à Ceylan et dans l'Inde par le voyageur français, Leschenault de Latour. Jadis, dans ma thèse de doctorat, j'ai eu l'occasion d'étudier avec les méthodes modernes les roches de cette même collection déjà examinées par lui.

Enfin, notons, en terminant, qu'à une époque où, en France, l'on doutait encore de l'existence des chutes de météorites, de Bournon a défendu leur réalité et décrit, en collaboration avec Howard, plusieurs météorites pierreuses ou exclusivement métalliques.

Le roi Louis XVIII avait tenu à récompenser en Bournon un fidèle serviteur qui, paraît-il, avait cherché à lui inculquer le goût de la Minéralogie. Il le fit avec autant d'élégance que de générosité; il acheta sa collection, à un prix vraiment royal, et l'en nomma directeur, avec de copieux émoluments. Sur sa demande, Beudant en devint le sous-directeur.

La mission confiée à celui-ci avait été d'accompagner son chef à Londres, pour y chercher sa collection. De Bournon avait rêvé de s'installer avec elle au Louvre : on les casa provisoirement dans l'hôtel du Domaine réservé, sis au n° 9 de la place Vendôme. Les caisses n'étaient pas encore déballées, quand Napoléon quitta l'île d'Elbe; dès son approche de la capitale, de Bournon s'en fut de nouveau à Londres, mais, avant de s'embarquer, il écrivit à Paris pour demander qu'on lui renvoyât en Angleterre, au moins provisoirement, ses manuscrits, sa bibliothèque, sa collection (incomplètement payée), indispensables à l'achèvement de son *Traité de Minéralogie*. Avant de transmettre cette requête à l'Empereur, le C^{te} de Montalivet, intendant général de sa maison, consulta la Première classe de l'Institut. Le secrétaire perpétuel, G. Cuvier, lui transmit la délibération votée le 24 avril 1815, sur un rapport de Ramond, Lelièvre et Bosc. L'avis était favorable, avec des considérants flatteurs pour de Bournon.

Mais les événements politiques allaient se précipiter et, à la fin des Cent Jours, la collection était encore place Vendôme, sous la garde de Beudant; elle y resta. Cette fois, de Bournon ne se hâta pas de rentrer et mal lui en prit, car lorsqu'en 1816 il revint à Paris, il trouva son appartement personnel occupé par le baron de Vitrolles et celui-ci n'était pas homme à lâcher prise. En 1819 seulement, après de laborieuses démarches, de Bournon reçut un vaste hôtel de quatre étages, avec nombreuses dépendances, situé place du Palais Bourbon (n° 83); il put s'y étendre en long et en large, lui et ses minéraux, pour quoi Beudant avait fait faire les meubles nécessaires. Il allait dès lors s'occuper au développement de son cabinet à l'aide d'un crédit annuel d'une vingtaine de mille francs constituant son budget de

matériel, plus de vingt fois supérieur à celui de la collection minéralogique nationale, celle du Muséum d'histoire naturelle.

De Bournon avait fait, en particulier, le projet de compléter les séries réunies par lui-même en envoyant son collaborateur dans diverses régions d'Europe pour y recueillir des roches et des minéraux ; En 1817, ce fut en Auvergne, puis dans les Alpes du Piémont. Enfin, à la fin de cette même année, sur sa demande, le comte de Pradel, directeur général de la Maison du roi, donne à Beudant la mission d'entreprendre un grand voyage minéralogique en Hongrie, réalisé l'année suivante.

Sans avoir été publique, cette collection paraît avoir été fréquentée par quelques minéralogistes de l'époque, c'est ainsi que lorsque Bous-singault prépare son voyage en Amérique, Alexandre de Humboldt le conduit à Beudant, son ami, pour le familiariser avec les roches volcaniques.

Il semble bien que de Bournon ait eu de fréquents démêlés avec les bureaux de la Liste civile dont il dépendait ; aussi, dès la mort de son protecteur, Louis XVIII, sur le conseil de ses services, le duc de Doudeauville, nouveau ministre de la Maison du roi, propose-t-il, à Charles X, de rayer la collection de la Liste civile, de l'attribuer au Muséum d'histoire naturelle, avec lequel elle faisait double emploi, d'accorder une pension à de Bournon ainsi qu'à son personnel et de réaliser ainsi une économie annuelle d'une quarantaine de mille francs.

De Bournon se défend avec énergie et, dans une lettre au duc de Doudeauville (4 décembre 1824), il s'efforce de démontrer l'utilité de sa collection.

« ... Ce ne sont pas les cours publics, lui écrit-il, qui forment les savans. Les hommes, pour le devenir, ont besoin d'une étude plus suivie et qui ne peut se faire que dans une collection, dans laquelle on peut à volonté et avec facilité consulter et comparer les objets. Je vais, Monsieur le Duc, vous en offrir un exemple. Mon sous-directeur, M. Beudant, lorsque je l'ai placé à la collection, connaissait alors la Minéralogie parce que doué d'une intelligence peu commune et d'une capacité moins commune encore pour les sciences, il n'était ignorant sur aucune d'elles, mais il n'était pas pro-

prement minéralogiste. Je ne crains pas d'avancer qu'aujourd'hui il est le plus fort minéralogiste et en même temps géologue qui existe à Paris, aussi l'Académie des sciences vient-elle, presque à l'unanimité, de le placer dans son sein... »

Mais le sort en est jeté, la collection est supprimée (14 novembre 1824) et de Bournon mis en demeure d'évacuer son hôtel à une date déterminée (1^{er} juillet 1825). Toutefois, plein de bienveillance, le duc lui fait demander, par Beudant, ce qu'il peut faire pour adoucir la dureté d'une décision devenue irrévocable, et le vieil émigré de réclamer tout d'abord le maintien intégral de son traitement, mais il déclare aussi que, chevalier de Saint-Louis depuis plus de trente ans et colonel depuis dix, il ambitionne par-dessus tout le « cordon rouge ». Puis il ajoute ingénument :

« Cependant comme il n'existe maintenant qu'un seul exemple du cordon rouge accordé au grade de colonel, si ce simple grade devenait un obstacle, je prierais alors M. le duc Doudeauville de vouloir bien m'obtenir de Sa Majesté le grade de maréchal de camp honoraire... Je supplierais alors son Excellence de m'honorer de la promesse que peu de temps après ma nomination au grade de maréchal de camp, il voudrait bien s'intéresser à me faire obtenir le cordon rouge comme étant le caractère le plus ostensible de la satisfaction de mon Roi et celui qui, ainsi que je viens de le dire, seul fixe l'objet de mes désirs. »

Le duc de Doudeauville accorda bien la pension demandée, mais le ministre de la guerre ne se laissa pas attendrir et de Bournon furieux abandonna minéraux et hôtel, en lançant l'anathème contre tant d'ingratitude : il s'installa à Versailles, où, quelques semaines plus tard, le 24 août, il mourut de colère, et sans doute de quelque autre chose encore.

Sa disparition ne mit pas fin aux avatars de sa collection. Lorsque M. de Corbière, ministre de l'Intérieur, reçut de son collègue, le duc de Doudeauville, l'avis que celui-ci la faisait donner au Muséum, il répliqua aussitôt que du moment où la Liste civile abandonnait cette collection, c'était à lui, ministre de l'Intérieur dont dépendait l'Instruction publique, qu'il appartenait d'en disposer et qu'il l'attribuait... au Collège de France (arrêté du 4 avril 1825).

Et aussitôt de commencer un long et ardent combat de papiers, véritable débauche de notes administratives (jusqu'à deux par jour), sur les minutes desquelles on voit (Archives nationales) la plume des ministres couvrir d'un vernis de courtoisie de grand seigneur les déclarations aigres-douces de leurs secrétaires.

Dans la coulisse, Alexandre Brongniart, dans l'intérêt du Muséum, Silvestre de Sacy, au nom du Collège de France, multiplient les démarches ou fournissent des arguments aux combattants. Mais tout a une fin ; de guerre lasse, au bout de huit mois, une transaction fut acceptée par les deux parties. Une commission composée de Thénard, Cuvier, Brongniart et Beudant décida que les échantillons ornementaux achetés par de Bournon sur la cassette royale seraient donnés au Muséum et sa collection initiale, au Collège de France.

Depuis 1826, celle-ci, soigneusement ensevelie dans ses luxueux tiroirs, dort, dans une salle du monument de la rue des Écoles, sous l'œil paternel de Henri IV, de Louis XVI et de Louis XVIII, dont les volumineux bustes en bronze avaient été achetés par de Bournon, en 1817, pour la somme de 3000^{fr}. Quant à ceux de « tous les princes » de la famille royale, provenant de la même acquisition, ils ont disparu dans la bataille. En bloc, ils n'avaient coûté que 400^{fr}, ils n'étaient qu'en plâtre !

Je me suis arrêté un peu longuement sur l'histoire de cette collection. Peut-être vous paraîtra-t-elle un peu menue, et bien non, elle a un véritable intérêt, car, sur un thème minéralogique, elle représente un cas très général qui, chez nous, est de tous les temps et de tous les régimes.

Elle nous fournit, cette histoire, une peinture des assauts fréquemment subis par les nouveaux gouvernements, impuissants à satisfaire aux insatiables exigences de leurs fidèles des mauvais jours, — et aussi, ce qui est plus grave encore, car ils sont plus nombreux, de leurs nouveaux amis — un exemple de ces créations parasites, richement dotées, que, pour des intérêts de chapelle ou des ambitions particulières, les interventions politiques font parfois surgir sans urgente nécessité, à côté d'organismes similaires préexistants qui souffrent de

ne pouvoir se développer, pour cause de mal d'argent — une représentation amusante, bien qu'un peu triste, de ces stériles luttes, ouvertes ou dissimulées, d'homme à homme, d'établissement à établissement, de ministère à ministère, alors que, le plus souvent, l'entente serait si facile et si utile à l'intérêt général.

Quoi qu'il en soit, cette longue aventure, à laquelle Beudant fut incidemment mêlé, facilita singulièrement sa fortune scientifique en lui mettant le pied à l'étrier.

*
* *

En 1822, s'était éteint Haüy, plein d'années et de gloire. Depuis la création de la Faculté des sciences de Paris, l'illustre savant figurait sur son affiche (1811), en qualité de professeur de Minéralogie et de Géologie, mais, en réalité, il ne professait que la Minéralogie, et seulement au Muséum d'Histoire naturelle, où il avait remplacé Dolomieu (1801). Il se contentait de faire venir parfois les élèves de l'École Normale à son domicile personnel du Jardin des plantes pour leur donner des conseils sur leurs études, et à la Sorbonne, il était officiellement suppléé par Alexandre Brongniart. Ce fut ce dernier qui recueillit sa succession au Muséum, alors que Beudant, mis en relief par ses travaux de Cristallogénèse, par sa description géologique de la Hongrie, et par sa situation auprès de Bournon, devenait professeur à la Faculté des sciences.

L'année suivante, Lefèvre-Gineau, membre de cette Académie, inspecteur général des études, professeur de Physique générale au Collège de France et député de l'opposition, ayant été destitué brutalement pour raison politique (30 décembre 1823), trois candidats se mirent sur les rangs pour son remplacement : André Ampère, Beudant et Fresnel. Le 25 juin 1824, par neuf suffrages contre trois, donnés à Ampère et deux à Fresnel, Beudant fut choisi par le Collège de France.

Une telle décision n'a pas été sans surprendre depuis lors ; pour bien apprécier à distance une telle question, on doit tenir compte des circonstances du moment et aussi juger les hommes non sur le poids de leur œuvre définitive, mais sur ce qu'elle était à l'heure des événe-

ments : il faut reconnaître que, même avec cette restriction, Beudant n'était pas le plus qualifié pour cette chaire de Physique, car si sa réputation de minéralogiste, de géologue et d'habile expérimentateur était bien établie, ses titres purement physiques se réduisaient à des succès de professeur d'Enseignement secondaire et à un *Traité de Physique* qui, pour excellent qu'il fût, ne contenait pas de recherches originales, alors qu'Ampère, depuis plusieurs années membre de l'Académie dans la section de Géométrie, et Fresnel, qui l'était depuis peu, en qualité de physicien, avaient déjà accompli une partie importante de l'œuvre qui les a immortalisés.

Dans son livre « *Le grand Ampère* », mon confrère et ami L. de Launay a regardé la désignation de Beudant comme le résultat d'une double pression officielle dirigée contre Ampère. Beudant se serait présenté, et les professeurs du Collège de France l'auraient choisi, par ordre du ministre, auquel l'administrateur d'alors, Silvestre de Sacy, aurait demandé des instructions.

Ce que l'on connaît du caractère de Beudant et de Silvestre de Sacy ne permet pas de les croire capables d'avoir joué un tel rôle. D'autre part, les grands corps de l'Enseignement supérieur, et le Collège de France en particulier, ont toujours été, et à juste titre, trop soucieux de leur dignité et trop jaloux de leur indépendance pour céder à une pression extérieure, et surtout pour aller au devant d'elle.

Puisque l'on en est réduit à des hypothèses, sans doute me sera-t-il permis d'en présenter à mon tour. Il semble facile de trouver une cause honorable au désir de Beudant d'obtenir cette chaire de Physique. A la Sorbonne, il n'avait pas de laboratoire lui permettant de poursuivre ses expérimentations de Cristallogenèse et, d'une façon plus générale, de Minéralogie physique et chimique. N'est-il pas vraisemblable que l'appât de celui du Collège de France ait pu agir puissamment sur lui, comme il agissait sur ses rivaux : d'ailleurs, Biot, professeur à la Sorbonne, n'avait-il pas lui-même une chaire au Collège de France, où il a effectué tous ses travaux de Physique, souvent si proches de la Cristallographie?

Une autre raison encore, terre à terre celle-là, peut être soupçonnée. Sous la Restauration, les professeurs de l'Enseignement supérieur, et plus spécialement ceux de la Sorbonne, étaient très maigrement rétribués. Aussi, peu nombreux étaient ceux pouvant ou voulant se contenter d'une seule situation. Je viens de citer Lefèvre-Gineau et Biot; Ampère, lui-même, à l'heure où il songeait au Collège de France, était déjà inspecteur général des études et professeur à l'École Polytechnique. Sa correspondance le montre très besogneux et fort préoccupé de savoir si, en cas de succès, un troisième cumul lui serait permis. Sans doute Beudant était-il poursuivi par des préoccupations du même ordre? En entrant à la Sorbonne, il était resté sous-directeur de la Collection de Minéralogie privée du roi, mais il n'ignorait pas que cette fonction allait lui échapper à la mort de Bournon et, de fait, nous venons de voir qu'avant celle-ci, en cette même année, ladite collection fut supprimée et bientôt donnée au Collège de France. Une chaire dans cet établissement l'eut délivré du souci de l'existence.

Voilà le côté Beudant. Du côté Collège de France, la question est peut-être plus claire. Malgré son génie, Ampère était un piètre candidat; irrésolu, il s'avancait un jour, se retirait le lendemain, pour affirmer ensuite à nouveau ses intentions d'aller plus loin. Ses électeurs, pour la plupart attachés à des disciplines littéraires, et parmi lesquels Beudant comptait beaucoup d'amis, ne voulurent-ils pas sortir de cette indécision en se ralliant à un candidat qui, lui, savait ce qu'il voulait?

Quoi qu'il en soit, quand l'Académie eut à formuler son avis, la section de Physique, ne se préoccupant que du point de vue de cette science, présenta à ses suffrages *ex æquo*, Ampère et Fresnel, et eux seuls. Mais aussitôt réapparaît l'indécision d'Ampère; il se retire devant Fresnel; ce dernier est donc présenté à une forte majorité (24 mai 1824).

Saisi de ces deux présentations contradictoires, le ministre fait son choix; la nomination de Beudant est signée, mais avant qu'elle paraisse au *Moniteur*, nouveau coup de théâtre, Beudant demande au ministre de l'annuler et comme celui-ci ne se laisse pas convaincre, il rend

publique sa lettre de démission. C'est du moins ce qu'affirme, entre autres preuves de désintéressement, Henri Milne Edwards, porteparole de la Faculté des sciences aux obsèques de son ancien collègue.

J'ai cherché des précisions sur ces faits, mais le dossier de Beudant aux Archives nationales est muet sur cette affaire. Cependant, il est vraisemblable que sa nomination a bien été effective, sans quoi, après son désistement, le ministre n'eut pas manqué de nommer Fresnel. Or, il décida que toutes les opérations seraient recommencées et Ampère, changeant encore une fois d'avis, de se présenter à nouveau devant le Collège de France contre Fresnel, au profit de qui il venait de se retirer quelques semaines plus tôt. Il obtint enfin cette chaire si âprement disputée.

L'année 1824 n'était pas écoulée, lorsque, le 15 novembre, l'Académie élit Beudant presque à l'unanimité, dans sa section de Minéralogie. Il avait trente-sept ans. C'était, dans cette section, un record qui n'a pas été enlevé à notre confrère.

Ainsi, comme dans les contes de fées, le dénouement de ces débats, longs et confus, fut le triomphe de la justice, puisque chacun des acteurs finit par être mis à sa vraie place.

Il n'est pas téméraire de penser que si Beudant avait occupé la chaire convoitée, la fin de sa carrière eut été tout autre que ce qu'elle fut. N'ayant plus à sa disposition de collection et privé de laboratoire, il se confina dans son enseignement oral de la Minéralogie et de la Géologie à la Faculté des sciences et renonça à l'expérimentation, aussi bien qu'aux observations sur le terrain. Il fit de l'érudition, écrivit des Traités didactiques, s'essaya même, mais sans succès, à l'industrie chimique.

À la fin de l'année 1839, il donne sa démission de professeur à la Sorbonne pour devenir inspecteur général des études, c'est-à-dire, pour employer le langage actuel, inspecteur général de l'Instruction publique. Une telle évolution, mise sur le compte des fatigues de l'enseignement, est singulière; elle serait encore moins compréhensible de nos jours, car alors, l'Inspection générale n'était pas

spécialisée, comme elle l'est depuis 1852, elle s'étendait à l'Enseignement supérieur, aussi bien qu'à l'Enseignement secondaire. Néanmoins, Beudant dut s'y trouver un peu dépaysé; il n'y rencontra, dans l'ordre des sciences, qu'un seul de ses confrères de l'Académie, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, et, dans l'ordre des lettres, Naudet, membre des Académies des Inscriptions et des Sciences morales et politiques. Quant à Ampère, après avoir dû, peu après sa nomination de professeur au Collège de France, abandonner ses fonctions d'inspecteur général, il les avait récupérées, en 1828, pour les conserver jusqu'à sa mort (1836).

Pendant dix ans, Beudant allait remplir avec haute compétence, droiture, bienveillance et distinction, ses nouveaux devoirs, auxquels il fut arraché par une mort prématurée, le 9 décembre 1850.

Parmi ses descendants, deux ont honoré ou honorent l'Université et la science juridique. L'un de ses fils (Charles) a été doyen de la Faculté de droit de Paris; le fils de celui-ci (Robert Beudant) après avoir été doyen de la Faculté de droit de Strasbourg, est devenu conseiller à la Cour de cassation et correspondant de l'Académie des Sciences morales et politiques.

Voyons quelle fut l'œuvre de notre ancien confrère. Elle ne manque ni d'originalité ni de complexité.

*
* *

Les débuts de ce jeune mathématicien dans les recherches personnelles ont été consacrés — à la biologie.

Ayant observé, au cours d'excursions faites dans le Tertiaire du Bassin de Paris, en compagnie de Gillet de Laumont, qu'à Pierrelaye (Seine-et-Oise), les sables de Beauchamp renferment, dans la même couche, un mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce, il en conclut que ces divers Mollusques avaient dû vivre ensemble dans les mêmes eaux et, comme cette coexistence lui paraît singulière, il se propose de rechercher expérimentalement si elle a été possible. Cette observation qui, plus tard, a servi de point de départ

à de longues discussions de Constant Prévost, était exacte, son explication l'était moins. Les sables de Beauchamp (Bartonien) constituent bien une formation marine, recouvrant les assises lagunaires du Calcaire grossier (Lutétien), mais les géologues d'aujourd'hui pensent que leurs coquilles d'eau douce n'y étaient pas indigènes, qu'elles provenaient d'un lac d'eau non salée, situé en bordure de la mer, dans quoi elles auraient été charriées. Peu importe d'ailleurs; le mérite de Beudant est d'avoir été le premier à songer à la question du comportement des animaux marins plongés dans l'eau douce et réciproquement des animaux fluviatiles transportés dans l'eau salée.

Il a fait à Paris, en 1808 et 1809, de nombreuses expériences, poursuivies pendant de longs mois sur plusieurs centaines d'individus de diverses espèces de Mollusques d'eau douce : Planorbes, Lymnées, Physes, Ancyles, et plus tard (1812), à Marseille, sur des Mollusques marins : Patelles, Fissurelles, Vénus, Huitres, Peignes, etc.

Ses principales conclusions ont été les suivantes : tous ces animaux meurent rapidement quand on les change brusquement de milieu, les fluviatiles lorsqu'on les plonge dans l'eau de mer, naturelle ou artificielle, les marins, dans l'eau douce. Mais si l'on opère d'une façon moins brutale, si l'on a soin de modifier progressivement la composition de l'eau dans quoi ils sont immergés, un grand nombre d'entre eux, mais pas toutes les espèces, finissent par s'acclimater. Il est un degré moyen de salure dont tous les animaux aquatiques peuvent s'accomoder. Enfin on peut faire vivre des animaux marins dans une solution de chlorure de sodium plus concentrée que l'eau de mer, mais, bien avant la limite de saturation, la vie cesse d'y être possible.

Beudant a fait des expériences analogues dans des eaux chargées d'acide carbonique, de sulfate de calcium, milieux bien vite impropres à la vie, et il s'est servi de leurs résultats pour expliquer pourquoi les couches sédimentaires de sel gemme et de gypse ne renferment jamais de restes d'animaux autochtones.

Depuis lors, plusieurs biologistes, notamment Paul Bert, Eisig, Gorgoza y Gonzalez et d'autres encore, se sont attachés d'une façon

plus générale au même problème et ont montré l'influence, à ce point de vue, de la température du milieu, de la taille, de l'état physiologique de l'animal étudié, etc., et leurs conclusions expliquent les résultats obtenus par Beudant, trois quarts de siècle plus tôt :

Les phénomènes osmotiques auxquels donnent lieu les changements de milieu exercent une action directe sur le sang, tant sur le plasma que sur les éléments figurés ; lorsque cette action est brusque et violente, la nutrition est arrêtée soudainement et la mort, presque immédiate, mais si les conditions de milieu sont modifiées peu à peu, les hématies peuvent acquérir une certaine résistance, comme le font voir les observations et les expériences récentes de H. Eisig sur une Annélide polychète marine, la *Capitella capitata* Fabr. ; il se produit une accoutumance permettant à l'animal de vivre dans un milieu tout d'abord défavorable.

Ces données sont d'importance, non seulement pour les biologistes, mais encore pour les géologues. Aussi Mœbius a-t-il proposé de diviser les animaux marins en *sténohalins*, quand ils sont liés à une salure fixe, et en *euryhalins*, lorsqu'ils sont adaptés à une grande variation de salure ; les animaux sur quoi Beudant a obtenu des résultats favorables d'adaptation rentrent donc dans cette dernière catégorie. On connaît aujourd'hui, sur eux ou sur leurs congénères, un grand nombre de faits concordants observés directement, c'est ainsi que la *Lymnea limosa*, L. vit parfois dans l'eau saumâtre, le *Cardium edule*, dans l'eau presque douce, aussi bien que dans les eaux fortement salées des marais salants. Euryhalins encore sont les animaux, cités d'ailleurs déjà par Beudant, du golfe de Bothnie et de la mer Baltique dont les eaux sont plus pauvres en sels que les eaux des mers ouvertes ; et encore les animaux du milieu saumâtre de l'estuaire des fleuves. Mais dans ces divers cas, ces Mollusques présentent généralement des particularités spéciales : diminution d'épaisseur et de taille de la coquille, modifications dans l'allure de leurs spires ou de leur ouverture.

Il faut retenir que Beudant a été un initiateur dans ce genre de recherches.

A la suite de J.-L. de Bournon et de Gillet de Laumont, il s'est aussi appliqué à l'examen de la structure de la coquille des Mollusques et des parties calcaires d'autres animaux et nous devons reconnaître que, malgré le temps écoulé et le perfectionnement des méthodes d'observation, il reste encore beaucoup à faire à ce point de vue. Il a montré, par exemple, que la structure en baguettes prismatiques perpendiculaires aux lames (calcite) n'est pas spéciale aux coquilles de Pinna, mais fréquente dans beaucoup d'autres familles de Mollusques et qu'elle peut coexister avec des structures différentes (aragonite).

L'une des propriétés bien connues des pièces calcaires des Oursins fossiles, et l'on peut ajouter de tous les Echinodermes, est d'être constituées par de la calcite spathique; en outre, dans les baguettes d'Oursins formées par un cristal unique, l'orientation en est constante, son axe ternaire coïncide avec l'allongement de la pièce. Il revient à Beudant d'avoir signalé, le premier, dans les Oursins vivants, l'existence de calcite cristallisée, décelée grâce à ses clivages. Aujourd'hui, les propriétés optiques permettent d'aller plus loin, de démontrer que la structure si cristalline du fossile est la continuation de celle de l'animal vivant, sur quoi s'est orienté le carbonate de calcium de la fossilisation.

Beudant a été moins heureux dans un essai d'interprétation de la structure des Bélemnites.

*
* *

Arrivons à son voyage en Hongrie. Le but assigné était l'étude des formations volcaniques et des gites métallifères qui leur sont associés.

Il part en poste, bien lesté de recommandations pour les autorités politiques et scientifiques des pays à parcourir, on peut même dire explorer, tant la Hongrie était peu connue, en 1818, au point de vue géologique et rarement visitée par des étrangers à l'Europe centrale. Il se rend de Paris à Vienne par l'Alsace, la Forêt Noire, les plaines de la Bavière, le Salzburg. Dans sa hâte d'arriver au but, il brûle les étapes, sauf lorsqu'il traverse quelque district intéressant

au point de vue géologique, tel par exemple celui des mines de sel des environs de la ville de Salzburg.

Après avoir visité la capitale de l'Autriche et son voisinage géologique, il pénètre dans la Hongrie septentrionale (aujourd'hui, en partie Tchécoslovaquie), et par Presburg et Königsberg (Novà Baňa) il atteint enfin la région de Schemnitz (Stiavnica) et de Kremnitz (Kremnica) dont les montagnes volcaniques et les mines d'argent aurifère le retiennent longtemps. Se rapprochant ensuite du Danube, il va voir les montagnes de Drégely, puis celles de Matra, dominant la plaine de Hongrie. Il gagne la vallée de la Theiss pour explorer, sur son flanc oriental, les montagnes d'Eperies (Prešov)-Tokaj; il pousse jusqu'aux confins orientaux du royaume dans les comitats de Beregh et de Unghvar (Užhorod).

Il revient vers l'Ouest pour s'attacher à diverses recherches dans les comitats de Gömör et de Zips (Spiš) renfermant des mines de fer, de mercure, de cuivre, de cobalt, puis il explore, plus au Nord, le massif granitique de Tatra, sur la frontière de la Galicie, et enfin traverse cette province jusqu'au voisinage de la Pologne pour aller visiter les célèbres mines de sel de Wieliczka.

Il rentre alors en Hongrie, avec l'intention de prolonger son voyage jusqu'en Transylvanie et au Banat, mais, arrêté à Debrecin par la mauvaise saison, il doit modifier son programme, franchir la grande plaine de Hongrie, en étudiant au passage ses lacs natronés, et atteindre Budapest. Il s'y attarde quelque temps à l'étude des formations calcaires des deux rives du Danube, explore le massif de Bakony, les buttes isolées de basalte de Raab, et enfin la région du lac Balaton; il termine par le bassin houiller [hettangien] de Fünfkirchen (Pecs).

De nouveau à Vienne, après avoir parcouru encore une fois son bassin tertiaire, il songe au retour, mais par le chemin des écoliers: il traverse, en effet, la Bohême, excursionne en Saxe, dans la région de Dresde, pour voir en place les pechsteins de la vallée de Triebisch. Il gagne Freiberg, ses districts métallifères, sa célèbre École des mines, où plane encore la grande ombre de Werner; il y retrouve les derniers

disciples du maître, étudie ses collections; il s'arrête enfin à Berlin où le retiennent quelque temps l'accueil du cristallographe Weiss et les collections pétrographiques recueillies par Alexandre de Humboldt et Léopold de Buch dans tant de régions diverses du monde et qui constituaient l'armature des connaissances d'alors sur les produits des volcans.

Le premier janvier 1819, il traverse à nouveau le Rhin et rentre en France, après neuf mois d'absence bien employés, rapportant une masse considérable d'observations et de copieuses collections de roches, de minéraux dont il ne va pas tarder à tirer un excellent parti.

Ce voyage avait été mûrement préparé, à tous égards. Dans les chapitres de début du premier des trois gros volumes accompagnés d'un atlas de coupes et de cartes qu'en 1822 Beudant a consacrés à sa mission, il a consigné des détails fort exacts sur la Géographie physique et politique, sur l'Ethnographie, sur les institutions, la vie publique, l'histoire, les productions de la Hongrie; il donne enfin la bibliographie de tout ce qui avait été publié de 1673 à 1815 sur la Géologie, ensemble de mémoires dont certains, dus à Kitaibel, Fichtel, Esmark et autres, lui fournissent des points de départ intéressants.

Pour les deux premiers volumes de cet ouvrage, Beudant a adopté un plan narratif et géographique; il décrit ses itinéraires, note tout ce qu'il a vu, et bien vu; ses impressions sur les hommes et sur les choses, sur les villes et les villages traversés; il rappelle, en passant, les faits marquants de leur passé; il signale, avec bonne humeur, des scènes de mœurs et les menus incidents d'un voyage fait d'ordinaire sans grand confort, en voiture, à cheval, à pied, dans des régions souvent sauvages, mais où il reçoit un accueil cordial et dont, en tous cas, il rapporte une impression sympathique. Dans ce cadre pittoresque donnant une bonne idée de la civilisation d'un pays qui avait eu tant à pâtir depuis tant de siècles de la domination étrangère, dans ce cadre très vivant, est enchâssé le détail de ses observations géologiques et minéralogiques; elles y sont enchâssées et non pas noyées,

car l'auteur a eu soin d'en donner un résumé exclusivement géologique à la fin de chaque chapitre. Ses observations, il les présente telles qu'il les a faites, sans discussions théoriques; il estime que les faits bien observés restent et que, pour leur sauvegarde, il est bon de les séparer des théories exposées à passer, ou plutôt qui passent. Cet Ouvrage, datant de plus d'un siècle, fait voir combien sage est une telle méthode. Sa lecture ne fatigue pas et un géologue averti peut, sans peine, appliquer à des faits, généralement bien observés, l'interprétation à leur donner, en fonction de ses propres idées théoriques, sans être gêné, à chaque pas, par le jargon de systèmes périmés. Mais une telle méthode n'est évidemment pas suffisante, surtout pour un homme comme Beudant, aimant à raisonner sur toutes choses, aussi consacre-t-il son dernier volume à coordonner, à synthétiser, à discuter ce qu'il a vu et à en tirer des conclusions. C'est spécialement sur ce volume que j'ai le dessein de m'arrêter.

Cette première description détaillée de la Hongrie, basée sur des observations personnelles, est enrichie de la première carte géologique de la Hongrie, de la Transylvanie et des régions limitrophes qui ait été publiée. On sait à quel point, sept ans après l'apparition de la mémorable description minéralogique du Bassin de Paris par G. Cuvier et Alexandre Brongniart, la Stratigraphie et la Paléontologie étaient encore dans l'enfance, aussi doit-on s'attendre à trouver bien incomplètes et souvent peu exactes les notions chronologiques fournies par un aussi rapide voyage; néanmoins, nombreuses sont les observations et même les interprétations qui subsistent encore parmi celles qu'il a présentées. Ce n'est pas ici le lieu de les relever ni de les discuter, je m'attacherai seulement aux questions les plus importantes de cette œuvre, celles constituant d'ailleurs, l'objet même de la mission du voyageur; je veux parler des formations volcaniques et de leurs produits et sur ce sujet, tous les géologues des régions visitées que j'ai consultés sont d'accord pour témoigner de l'excellence des observations. Qu'il me soit permis aussi de rappeler l'appréciation élogieuse d'un maître en la matière, F. von Richthofen.

N'oublions pas que Werner était mort quelques mois seulement avant le voyage en Hongrie, le 30 juin 1817. La bataille entre vulcanistes et plutonistes n'était pas achevée; si je ne craignais de faire un jeu de mots, je dirais que la question était encore brûlante, aussi n'est-il pas étonnant de voir Beudant, vulcaniste convaincu, prendre grand soin à exposer, tout au long, des arguments propres à défendre un point de vue qui nous paraît aujourd'hui l'évidence même.

Les volcans à éruptions centrales, caractérisés par des épanchements de matière fondue, de lave, et par un cône, muni d'un cratère lançant des projections solides, étaient alors les seuls connus en activité; ces deux caractéristiques étaient donc regardées comme nécessaires à la spécification de tout volcan. Or, ce type n'est pas fréquent parmi les volcans éteints de Hongrie et il est presque localisé autour du grand lac Balaton. Beudant décrit ces volcans plus ou moins démantelés. Le premier, il détermine leur situation géologique et l'âge de certaines de leurs coulées, recouvrant les sables ligniteux tertiaires. Le premier encore, il observe et définit leurs tufs, leurs bombes, semblables à celles des volcans actuels; enfin et surtout, il donne une description exacte de leurs laves. Il est souvent question de lui dans le grand et bel ouvrage que les géologues hongrois ont consacré à cette région, L. de Loczy déclare notre confrère observateur de premier ordre et ne cache pas son admiration pour son œuvre. M. István Vitális qui, en 1908, a publié une monographie de ces basaltes fait remarquer qu'après un temps égal à une vie humaine, ceux qui l'ont suivi ont donné des descriptions pétrographiques moins précises que les siennes, en dépit des méthodes d'observation rudimentaires qu'il avait entre les mains.

Au début du XIX^e siècle, en effet, nos précurseurs, Fleuriau de Bellevue et Cordier, avaient pu montrer que les laves noires, telles que les basaltes, regardées jusqu'alors comme homogènes, étaient formées de cristaux d'espèces minérales différentes; ils pulvérisaient ces roches et regardaient leur poudre au microscope, ou bien (Cordier), ils la lévigèrent et en séparaient mécaniquement les constituants, à la façon des

laveurs d'or avec leur batée. Beudant, lui, opérait d'une façon différente, il faisait sauter une esquille mince de la roche et l'examinait avec une forte loupe devant une vive lumière. Combien il était près de la méthode des lames minces, imaginée par Sorby quarante ans plus tard, et qui a ouvert la voie à la pétrographie moderne ! Par ce procédé, Beudant a vu et défini tous les constituants des basaltes hongrois ; seule l'analyse chimique, faisant apparaître des variations que l'observation microscopique ne peut déceler, a permis récemment d'aller plus avant. Beudant a su aussi reconnaître l'origine enallogène de certains minéraux et voir que d'autres, tels que l'aragonite, ne sont pas pyrogènes, mais ont été formés par des circulations aqueuses dans la roche refroidie.

Mais ces volcans à cratère ne sont point la partie importante des anciens volcans de la vaste région étudiée, il en est d'autres, formant ce qu'il a appelé le Terrain trachytique ; dans leur étude encore, ses observations minéralogiques sont allées jusqu'au bout de ce qu'il était possible d'obtenir avec les moyens dont il disposait, et Josef Szabó, le premier pétrographe auquel est due l'application des méthodes de la pétrographie moderne aux roches hongroises a écrit, en 1891, que, si dans le « célèbre » travail de Beudant, les observations et les descriptions géologiques ont conservé une grande valeur, les diagnoses des roches éruptives, de leurs associations minérales, sont si bonnes que, même à l'heure où la connaissance approfondie des minéraux est devenue le point de départ de la distinction des roches, il ne peut se dispenser d'exprimer son estime admirative pour leur exactitude.

Ces montagnes trachytiques forment, du nord à l'Est, une ceinture à la plaine de Hongrie ; les groupes de la Slovaquie sont la région Schemnitz, Kremnitz, Königsberg ; la montagne de Drégely et celle de Matra ; sur les bords de la Theiss, les montagnes entre Eperies et Tokaj. Dans la Russie subcarpathique, il faut citer la région de Vihorlat. A l'Est et au Sud-Est. se trouvent les groupes de la Transylvanie.

Tous sont constitués par des monts arrondis et coniques, entassés

les uns sur les autres; quelques-uns dominent l'ensemble et sont comme les centres autour de quoi sont groupées montagnes ou buttes moins élevées. Les croupes prolongées sont rares; des sommets escarpés à pic sont terminés par des sortes de plateaux, mais nulle part ceux-ci ne se correspondent sur un même plan, comme il arrive aux plateaux basaltiques; il est donc impossible de les considérer comme les restes d'une couche unique morcelée. En définitive, nulle part, il n'existe trace de coulées, et de même, l'on ne voit pas de cratères. Les attributs d'un volcan, tels que je viens de les rappeler, manquent donc, et cependant, Beudant ne doute pas qu'il ne soit en présence d'anciens volcans, mais de caractère nouveau.

Il remarque, en outre, qu'à ces montagnes en sont adossées d'autres, constituées par des matériaux détritiques, formant ce qu'il appelle des conglomérats; il voit nettement que beaucoup d'entre eux n'ont pas subi l'influence de l'eau, à l'inverse d'autres, de nature surtout ponceuse, s'étendant au pied des montagnes et souvent fort loin dans la plaine; ceux-là renferment des fossiles.

Beudant imagine que ces volcans trachytiques ont été formés par un mécanisme qu'il ne comprend pas, mais qui a dû accumuler la matière fondue autour d'un orifice de sortie. Tout ceci se tient bien et la question était encore au même point, il y a moins de trente ans, en ce qui concerne non seulement la Hongrie, mais encore les dômes trachytiques de la France centrale et de tant d'autres régions.

Il a été donné à l'éruption de la Montagne Pelée d'apporter, en 1902, la claire démonstration du mode de genèse de tous ces phénomènes. Les dômes volcaniques de roches de couleur claire sont édifiés, en effet, par l'accumulation sur place d'un magma trop visqueux pour pouvoir s'épancher sous forme de coulée; sur ces dômes de lave cohérente, nul cratère, car il n'y en a jamais eu, au moins en permanence. Les brèches pyroclastiques qui les accompagnent ont été formées primitivement à sec, soit par écroulement, au pied même des dômes, d'aspect ruiniforme, soit par transport de débris rocheux par des nuées ardentes de nature diverse. Ces brèches, ont donc la

même composition minéralogique que les dômes, aux dépens de quoi elles se sont formées, et c'est ce qui explique la remarque de Beudant que la composition des fragments ne varie pas dans une même brèche. C'est bien à leurs dépens que, sous l'influence des eaux atmosphériques, les matériaux transportables ont été entraînés plus loin encore pour édifier des conglomérats ou des tufs; ceux-ci peuvent être fossilifères, sans cependant que pour cela, comme le supposait Beudant, il faille imaginer que tous ces phénomènes aient été sous-marins.

Ainsi les différences que notre explorateur voyait, avec raison, entre le mode de mise en place des laves blanches et celui des laves basaltiques ne sont pas de nature fondamentale; elles sont dues à des différences de fluidité du magma au moment de son émission.

Les laves basiques et leur mode de venue au jour ne constituent donc pas, comme on l'a cru pendant longtemps, la forme unique du volcanisme récent. Ils n'en sont qu'une modalité particulièrement fréquente. Les laves riches en silice peuvent même, à l'occasion, quand leurs conditions d'épanchement sont favorables, donner de véritables coulées assez fluides rappelant celles des basaltes; la coulée d'obsidienne de Forgia Vecchia, à Lipari, en est un exemple magnifique.

Beudant a fait une minutieuse étude minéralogique des laves de son terrain trachytique; il y distingue quatre groupes: trachytes, porphyres trachytiques, perlites, porphyres molaires dont il détermine correctement les positions relatives. La description qu'il en donne, notamment celle de la perlite, est parfaite; on y voit que perlites, obsidiennes, ponces, roches lithoïdes, sont, pour parler le langage moderne, des modalités du même magma et il remarque même de menus détails minéralogiques intéressants, par exemple, la présence du grenat, peu habituelle en telle occurrence.

Pour mettre au point ses descriptions minéralogiques, un changement d'étiquette suffit; ses divers types de trachytes sont respec-

tivement nos rhyolites, nos trachytes, nos dacites, nos andésites et leurs tufs.

En outre de quelques gites auro-argentifères, cette formation volcanique plus ou moins acide renferme deux catégories de gisements qui ont longuement attiré l'attention de Beudant.

Dans le comitat de Beregh, sont exploitées des roches alunifères; elles résultent de l'altération plus ou moins totale des conglomérats rhyolitiques par des émanations acides, sulfuriques; ainsi a pris naissance un sulfate basique d'aluminium et de potassium, noyé dans un squelette siliceux; par calcination, puis lavage, ce sulfate fournit de l'alun. Beudant a montré l'analogie de ces gites et de ceux de la Tolfa en Toscane et du pic de Sancy au Mont-Dore. Il les a décrits en détail et a fait voir que le minéral sulfaté, appelé par lui alunite, possède la symétrie rhomboédrique. L'étude de cristaux de barytine de facies très différent, suivant qu'ils se trouvent dans les cavités de la roche (volnyne) ou sont enveloppés dans des argiles, puis l'étude des facies de l'alun cristallisant dans les cuves des usines lui fournissent l'occasion de contrôler certaines de ses conceptions cristallogéniques dont il va être question dans quelques instants.

Une dernière étude intéressante à signaler est celle de l'opale. Pendant plusieurs siècles, la Hongrie, et particulièrement la région de Kaschau (Kosice) a fourni toute l'opale noble employée en joaillerie. Beudant a fait un travail très complet sur les conditions de gisement de cette gemme et de ses nombreuses variétés : opale noble, aux merveilleuses irisations; opale de feu; opale blanche laiteuse (opale résinite); opale jaune colorée par du fer; jaspe et enfin bois silicifié des formations pyroclastiques. Ses descriptions ont évoqué devant mes yeux un gisement en miniature de ce genre que j'ai vu moi-même dans le centre de Madagascar (Ankaratra). Là, comme en Hongrie, toutes les variétés d'opale constituent des veinules ramifiées dans une roche à facies trachytique, profondément altérée par des circulations thermales d'origine post-volcanique. Par places, ces veines se renflent en poches remplies d'eau recouvrant de la silice gélatineuse

encore molle, opale en voie de formation, se transformant progressivement en semi-opale dans la direction verticale. Quant à l'opale noble, elle se trouve en lits minces dans cette semi-opale ou bien constitue, à elle seule, des veinules ou de petites poches.

Il est curieux de voir, sous la plume du minéralogiste perspicace qu'était Beudant, exprimer des doutes sur l'importance des caractères minéralogiques pour la spécification des roches. Quelques-unes de ses remarques contredisaient, à cet égard, les opinions courantes : les cristaux de quartz, par exemple, étaient regardés comme exclusifs d'une origine volcanique, or il en avait trouvé, en plus ou moins grande quantité, dans tous les types de ses trachytes et jusque dans la perlite ; le fer titané, considéré par beaucoup comme caractéristique des laves, il l'avait constaté partout, jusque dans les granites, les gneiss et les serpentines ; il conclue de ces faits que :

« les caractères minéralogiques appliqués à des échantillons isolés, sont le plus souvent insignifiants, et que ce n'est que par des caractères géologiques qu'on peut souvent les distinguer . . . La géologie n'est pas une science qu'on puisse à loisir étudier dans les cabinets, sur des collections ramassées au hasard, et où des ressemblances minéralogiques peuvent journellement nous tromper. C'est au milieu des montagnes qu'il faut chercher les données principales, et c'est sur des suites nombreuses de roches qu'il faut étudier les caractères généraux : on ne parvient autrement qu'à une nomenclature aussi sèche qu'inutile. »

Une semblable conception est partiellement exacte, mais encore ne faut-il pas l'exagérer, comme l'a fait Beudant ; elle l'a conduit à une conclusion erronée sur une question importante.

A Schemnitz et à Kremnitz, il avait visité les vieilles mines d'argent aurifères exploitées déjà avant le XII^e siècle et qui sont parmi les plus célèbres et les mieux étudiées du monde. Elles sont, en Europe, l'équivalent des types classiques de l'Ouest de l'Amérique du Nord et se trouvent dans ce que Beudant appelle le terrain intermédiaire ; il y existe des roches schisteuses, à facies de micaschistes, des calcaires et aussi sa syénite et son grünstein porphyrique. Dans cette

dernière roche et à ses contacts sont encaissés les filons renfermant les métaux précieux à l'état de sulfures, avec galène, et minerais cuprifères. Cet ensemble est surmonté par le terrain trachytique tel qu'il vient d'être défini.

Beudant fait une étude minéralogique détaillée de ce grünstein. Il ne méconnaît pas ses analogies avec certains de ses trachytes; il le voit formé de cristaux porphyriques de feldspaths, quelquefois vitreux, comme ceux des roches volcaniques, mais plus souvent ternes; le pyroxène y est remplacé par de l'amphibole et celle-ci est tendre; la roche renferme de la pyrite et de la calcite. Or aucun de ces minéraux n'existe dans ses trachytes. Au point de vue géologique, Beudant, est frappé par l'intime association de ce grünstein à des roches (micaschistes, calcaires) dont l'origine non éruptive est certaine, et ce fait lui paraît avoir un poids supérieur à celui des analogies pétrographiques remarquées entre le grünstein et les roches voisines d'origine volcanique évidente. Il ne croit pas possible de séparer génétiquement des roches aussi dissemblables et il assimile leur ensemble aux formations auxquelles « les géologues attribuent une origine neptunienne », mais cette conclusion paraît n'être formulée qu'à regret, car il ajoute :

« Cette expression, *origine neptunienne*, ne peut être regardée, dans l'état actuel de la science, comme une idée décidément arrêtée; c'est en quelque sorte une manière de parler pour désigner des terrains, qui, par leur composition, leurs caractères généraux, diffèrent de tous ceux auxquels on peut soupçonner une origine ignée. Si l'on venait à démontrer, avec quelque probabilité, qu'ils ont été formés par le feu, ils n'en seraient pas moins éminemment distincts de tous les autres, et il existerait au moins entre eux et les terrains trachytiques, une différence aussi grande que celle qu'on trouve entre ceux-ci et les terrains volcaniques modernes ».

L'explication de cette différence ne devait être donnée qu'un demi-siècle plus tard. En 1868, Ferd. von Richthofen, étudiant les mines d'or et d'argent de Californie, a montré que des roches vertes, analogues à ces grünsteins, ne sont que des laves andésitiques et dacitiques, altérées par des eaux thermales et que leur association, si

fréquente, à des filons métallifères, tient à ce que ceux-ci ont la même origine que les phénomènes d'altération. Bientôt Zirkel, Doelter, Szabó allaient faire voir qu'il en est de même pour les grünsteins de Hongrie : ce sont des roches volcaniques de la série trachytique de Beudant, c'est-à-dire dans le langage moderne, des andésites et des dacites, que l'on qualifie de *propylitisées*.

Quant aux roches grenues, souvent porphyriques, qui les accompagnent, diorites quartzifères plutôt que syénites, elles ne sont pas, ainsi que le pensait Beudant, d'âge ancien, comme les micaschistes voisins (Trias métamorphique?), mais des formes intrusives du magma andésitique.

*
* *

Ce beau travail de Géologie et de Lithologie, est isolé dans l'œuvre de Beudant; notre confrère était attiré par les recherches de caractère général et théorique plus que par les études minutieuses de détail. Bien que, pendant plusieurs années, il ait eu à sa disposition la collection de Bournon, riche en matériaux nouveaux, il n'en a tiré l'objet d'aucun travail descriptif. Il ne faudrait pas cependant en conclure qu'il ne l'a pas étudiée, car, dans son *Traité de Minéralogie* aussi bien que dans son ouvrage sur la Hongrie, l'on saisit bien souvent sur le vif la marque d'une érudition qui n'était pas seulement livresque. De plus, son œuvre expérimentale (*Recherches sur les causes qui déterminent les variations des formes cristallines d'une même substance minérale*), présentée à l'Académie en 1817, et publiée l'année suivante dans les *Annales des mines*, a un but essentiellement explicatif de faits minéralogiques : elle me paraît avoir été inspirée par L. de Bournon, lui aussi préoccupé de ces difficiles problèmes.

Après avoir fait remarquer qu'un même minéral peut se présenter avec des combinaisons de formes cristallines très différentes, Beudant s'est proposé de résoudre la question suivante : « Quelles sont les causes qui sollicitent une même substance minérale à affecter des formes cristallines si variées; et pourquoi dans un cas tel corps affecte-

t-il une certaine forme plutôt que telle ou telle autre, parmi celles qu'il est susceptible de prendre ». Il rappelle, par des exemples judicieusement choisis, que dans un minéral, des formes cristallines différentes peuvent se rencontrer au milieu de terrains différents et des formes cristallines semblables dans des gisements ou des associations analogues, mais il reconnaît bien vite que la seule observation des minéraux naturels est impuissante à fournir la solution du problème, car elle ne permet pas de déceler la manière dont les diverses circonstances constatées ou supposées ont pu agir pour modifier les faces du minéral étudié et il ajoute :

« Ces réflexions m'ont conduit à penser que ce grand problème ne pouvait être résolu que dans nos laboratoires, où nous pouvons en quelque sorte présider à la formation des corps. Les sels divers que nous pouvons composer et décomposer à volonté, faire dissoudre et cristalliser et par conséquent placer dans toutes les circonstances imaginables, m'ont paru propres à servir de sujet à cette recherche si importante pour la minéralogie. J'ai imaginé que si, par une série d'expériences sur les sels, je venais à découvrir quelque base certaine, je pourrais ensuite, par analogie, les appliquer aux substances minérales, puis les vérifier et les discuter d'après les indications fournies par la nature. »

C'est ainsi que Beudant fut conduit à l'expérimentation. A la vérité, l'idée n'était pas neuve.

La première remarque sur ce sujet est due à Romé de l'Isle ; elle a été publiée par lui en 1783. Ayant observé des cristaux de chlorure de sodium extraits de l'urine par l'chimiste Rouelle, il constata qu'ils se présentaient non en trémies cubiques, habituelles au sel marin, mais sous forme d'octaèdres qu'il obtint ensuite directement, par cristallisation d'une solution du sel dans l'urine ; ce résultat fut confirmé par son collègue Berniard. Vauquelin et Fourcroy devaient montrer, en 1800, que l'urée, récemment étudiée et nommée par eux, était la substance agissante et ils constatèrent, en outre, qu'elle modifie aussi la forme des cristaux de chlorure d'ammonium, mais d'une façon inverse, ceux-ci étant des cubes, quand ils se déposent d'une solution aqueuse renfermant de l'urée, alors qu'ils sont octaédriques dans l'eau pure.

Romé de l'Isle n'attacha par une importance particulière à son observation; ce fut l'inventeur du célèbre procédé de fabrication de la soude artificielle, Nicolas Leblanc, médecin du duc d'Orléans, qui en comprit tout l'intérêt. Pour arriver à des conclusions générales, il multiplia les expériences, poursuivies plus tard dans une fabrique montée près de Saint-Denis avant la Révolution. Si ces recherches, présentées, dès 1788, à l'Académie, ne lui ont pas permis de résoudre toutes les questions qu'il s'était posées, du moins lui fournirent-elles une riche moisson de faits intéressants, amorce de toutes les recherches ultérieures. Il constata d'abord :

« qu'un sel, toujours dans la même condition, fournissait des cristaux de même forme; que les cristaux pouvaient être déplacés, conduits, renversés et transvasés, sans que l'ordre de leur accroissement fût interrompu; que les vices de position, les accidents de contact, pouvaient être facilement réparés; que l'accroissement d'un cristal était illimité; que les parties d'un cristal quelque petites qu'on pût les supposer, étaient chacune un cristal semblable au premier; c'est-à-dire qu'un octaèdre par exemple, brisé en mille morceaux, fournissait par un accroissement ultérieur mille octaèdres semblables au premier. »

Et Nicolas Leblanc, tout fier de ses conclusions, d'ajouter : « Je conçus alors la possibilité d'établir l'art du cristallotechnite. »

En 1802, il résuma ses Notes à l'Académie en un ouvrage, la *Cristallotechnie*, auquel il donna comme épigraphe « Les sciences physiques ont entre elles des rapports immédiats et les progrès de l'une influent sur l'avancement des autres », pensée qui s'applique à la Cristallo-genèse, mieux qu'à tout autre ordre de recherches, tant sont nombreux et enchevêtrés les phénomènes régissant les lois de la formation des cristaux.

Dans ce livre est indiquée une méthode pour obtenir de beaux cristaux d'une solution, celle-ci devant être saturée pour que puissent se produire des embryons; la face sur quoi reposent les cristaux est souvent défectueuse, elle devient régulière s'ils sont retournés dans leur eau mère; le changement de celle-ci est favorable à l'accroissement. Bien d'autres détails encore sont donnés pour l'élevage des cris-

taux que Leblanc appelle des « élèves ». A lui encore sont dues des remarques sur la genèse des trémies, sur l'allongement des cristaux reposant sur une face prismatique. Il a vu la formation de facettes apparaissant sur les arêtes et les angles solides des cristaux en voie de dissolution. Il a aussi observé quelques cas de modification des formes cristallines sous l'influence de matières étrangères; un cristal octaédrique d'alun, par exemple, placé dans une solution de ce sel, renfermant un excès de base, continue à se développer en cubo-octaèdre, puis en cube. Lecoq de Boisbaudran a montré beaucoup plus tard que les faces instables, celles de l'octaèdre dans ce cas particulier, se couvrent d'un dépôt cristallin qui les fait disparaître peu à peu, alors que les faces stables ne s'accroissent pas. Enfin, il faut rappeler les simplifications de formes déterminées dans les cristaux de sulfate de fer et de sulfate de cuivre par l'addition de leur base à la solution.

Tel était l'état où Beudant a trouvé la question. Il l'a posée très clairement et traitée avec beaucoup de méthode, considérant plus de facteurs encore que ne l'avait fait N. Leblanc.

Je ne saurais le suivre ici dans le détail de ses nombreuses expériences conduites avec grand soin, sur un même lot de substance exactement purifiée. Je voudrais seulement donner une idée d'ensemble sur ses recherches et leurs conclusions.

Plusieurs circonstances capables de faire apparaître une forme plutôt qu'une autre dans un sel donné peuvent être considérées. Tout d'abord les conditions physiques de la cristallisation. Beudant examine successivement l'influence de la température, de la pression atmosphérique, de l'état hygroscopique de l'air, de la vitesse de refroidissement, de la forme et de la nature des vases employés, du volume et de la concentration de la solution, de l'électricité, etc., et il constate que, si l'on a soin d'opérer sur des substances chimiquement pures, la forme des cristaux obtenus reste toujours à peu près la même; ces différentes causes sont presque sans action, à la grosseur des cristaux près, dans certains cas. Il a bien observé, car tous ceux qui, après lui,

ont repris la question n'ont rien trouvé, sauf quelques détails sur l'influence de la vitesse de cristallisation et encore celle-ci a-t-elle une influence moindre que la présence de matières étrangères dans l'eau mère.

Par ses observations sur des minéraux naturels, Beudant avait été conduit à penser que cette dernière cause joue le rôle principal dans les modifications cristallographiques; c'est pourquoi il attachait tant d'importance à l'étude des associations minérales naturelles. Mais, là encore, il est bien difficile de tirer des conclusions définitives des seules observations; dans certains filons métallifères du Harz, par exemple, la calcite se présente d'une façon constante à l'état, rare ailleurs, de prismes hexagonaux basés et Beudant liait ce fait à l'association de sulfures métalliques, alors que, bien plus tard, Credner a émis, avec d'aussi bonnes raisons, l'opinion qu'il est une conséquence de l'existence, dans les solutions génératrices, des éléments de l'apophyllite, satellite de ce type de calcite à Andreasberg.

Mais ces matières étrangères jouent un rôle différent suivant qu'elles existent à l'état de mélange mécanique ou de mélange chimique.

Dans les mélanges mécaniques, les effets dépendent de l'état de division, de la quantité et des propriétés physiques de la substance parasite. Est-elle à l'état de suspension très fine dans la solution? les cristaux qui se déposent de celle-ci auront leurs formes normales, mais ils seront riches en inclusions disposées d'une façon zonaire, si la cristallisation s'effectue lentement. Forme-t-elle au contraire une masse incohérente douée d'une certaine mobilité, grâce à l'existence d'un liquide suprajacent? les cristaux prendront des formes plus simples et engloberont des inclusions sans distribution régulière. Enfin, quand la cristallisation s'effectue au milieu d'une masse gélatineuse, les cristaux, pourvus de grandes dimensions et n'ayant pas d'inclusions, ont les mêmes faces que s'ils s'étaient formés dans un liquide pur. Un minéralogiste averti trouve aisément des exemples naturels à citer à l'appui de chacune de ces remarques.

Les mélanges chimiques interrogés par Beudant étaient de diverses

sortes : présence dans la solution de sels doubles, ou bien de mélanges isomorphes, — j'interprète, car le mémoire date de 1818 —, de gaz, etc. Ces cas sont passés en revue et aussi l'influence de la surabondance de l'un des principes (acide ou base) constituant les cristaux étudiés : il est vraisemblable que tous ces cas se confondent, car les matières étrangères considérées agissent en diminuant ou en augmentant la solubilité, ce qui peut avoir une influence indirecte sur la vitesse de cristallisation; elles passent, en outre, dans le cristal formé, soit en nature, soit à l'état de composé provenant de leur action sur sa matière. Quoiqu'il en soit de cette explication, les expérimentations de Beudant ont fourni des résultats intéressants.

Elles ont confirmé, par exemple, les remarques de Romé de l'Isle sur le sel marin et montré, en outre, que l'addition d'acide borique et de borax conduit à la production d'octaèdres. Il en a été de même pour les expériences de N. Leblanc sur l'alun, elles ont été complétées par des résultats nouveaux. Le borax fait naître des cubes; le nitrate de cuivre, les faces du cube, alors que celles du rhombododécaèdre deviennent instables; l'acide azotique donne des cubooctaèdres, enfin l'acide chlorhydrique détermine l'apparition du dodécaèdre pentagonal, mettant ainsi en évidence un fait important, l'hémiédrie de l'alun.

Il me faudrait citer encore de nombreuses recherches effectuées avec les sulfates : influence des sulfates isomorphes de zinc, de magnésium, de nickel sur les formes du sulfate de fer; modification des cristaux de sulfate de cuivre en présence des sulfates de fer, d'aluminium; influence de l'excès de l'un des constituants dans la solution d'un sel double, etc.

Les résultats obtenus en faisant bouillir une solution d'alun avec des carbonates insolubles : plomb, fer, etc., ont conduit aussi à de minutieuses expériences et fourni à l'auteur un point d'appui pour un essai d'explication théorique. La forme des cristaux produits dans ces conditions varie suivant les progrès, dans le temps, de la cristallisation. Il apparaît d'abord des octaèdres, parfois des cubo-octaèdres et

finalement des cubes. Chacune de ces formes, dissoute isolément, fournit les mêmes formes par une nouvelle cristallisation et celles-ci apparaissent dans le même ordre (octaèdres, puis cubes) et la conséquence est identique quand on fait varier la vitesse de la cristallisation.

Ces conclusions ont paru particulièrement importantes à l'auteur, tant sous le rapport de la théorie des variations de formes d'une même substance, que sous celui de la composition même des cristaux de diverses formes.

« Ils me semblent conduire à admettre, a-t-il écrit, que les cristaux cubiques et les cristaux octaèdres sont des composés d'un ordre particulier, qui ont différents degrés de solubilité, et qui, d'après cela, sont susceptibles de se précipiter l'un après l'autre d'une même solution (comme il résulte de quelques-unes de mes expériences), de se mélanger chimiquement (et alors l'un d'eux imprime sa forme à l'autre), ou enfin de se réunir en un seul composé particulier, qui donne lieu à des cristaux qui participent à la fois du cube et de l'octaèdre. Ce dernier fait prouve en outre que ces deux composés ne constituent pas deux espèces distinctes. D'après cela je serais porté à concevoir que les cristaux naturels, où l'on reconnaît les traces de plusieurs formes particulières, pourraient quelquefois être considérés comme résultans de la réunion de diverses combinaisons des mêmes principes en proportions différentes, et dont chacune, étant isolée, donnerait la forme complète dont le cristal ne donne que des traces ».

L'explication nous paraît tout autre, elle est fournie par M. P. Gaubert faisant cristalliser du nitrate de plomb dans une solution renfermant $1/2000^e$ de bleu de méthylène. Dans le cas de l'expérience de Beudant, la matière étrangère étant la céruse, il s'est produit une très petite quantité de sulfate de plomb, sel non pas insoluble, mais extrêmement peu soluble dans l'eau. Les premiers cristaux d'alun ont été des octaèdres, parce qu'ils ont cristallisé dans de l'eau presque pure. C'est seulement quand la solution est concentrée par évaporation qu'elle s'enrichit peu à peu en sulfate de plomb et que celui-ci peut agir en modifiant, ou en transformant complètement, cette forme initiale pour donner le cube.

On ne saurait parler de Cristallogenèse sans rappeler l'étude de Pasteur « sur les modes d'accroissement des cristaux et sur les causes

des variations de leurs formes secondaires », dans quoi, d'ailleurs, se rencontrent des points de contact avec les expériences de Nicolas Leblanc et de Beudant.

Pasteur a opéré sur le bimalate d'ammonium, corps orthorhombique et hémiedre. Des cristaux de ce sel, mutilés par lui de multiples façons, ont été replacés dans leur eau mère; comme dans les cubes imparfaits de chlorure de sodium de certaines des expériences de Leblanc, ces cristaux maltraités reprennent leur forme initiale, l'accroissement se produisant plus rapide sur leurs blessures que sur les surfaces intactes. L'apport de matière nouvelle se fait par des facettes instables disparaissant plus tard; notre confrère, M. Maurain, et M. P. Gaubert, ont précisé ce mécanisme, en montrant qu'un grand nombre de petits cristaux orientés à axes parallèles naissent alors sur les cicatrices pour s'effacer ensuite par la production de larges faces uniformément planes.

Dans l'eau pure, les cristaux de bimalate d'ammonium ne présentent aucune facette hémiedre, mais il en apparaît, si, par un chauffage approprié, est déterminé un commencement d'altération du sel. On reconnaît là un résultat analogue à celui obtenu par Beudant, en faisant naître les faces du dodécaèdre pentagonal sur l'alun cristallisant en solution très chlorhydrique. Pasteur a vu, en outre, que, dans ce cas, les cristaux présentent un allongement anormal suivant l'axe vertical. Il pensait que la cause de tous ces phénomènes était d'ordre physique, plutôt que chimique, le rôle des matières d'altération dissoutes, ou en suspension, étant de modifier les rapports d'accroissement des cristaux suivant leurs trois dimensions; le désir de vérifier cette opinion l'a conduit à d'ingénieuses expériences.

Depuis quelques années, M. P. Gaubert a repris cette question: elle l'a conduit à une explication chimique, le passage de la matière étrangère dans le cristal lui-même. Dans toutes les expériences antérieures aux siennes, la matière étrangère employée était incolore ou à peu près; par suite, il était impossible de déceler directement son mode d'association avec les cristaux modifiés, d'autant plus que la quantité

d'impureté suffisante pour déterminer une action efficace est d'ordinaire extrêmement faible, de telle sorte qu'un contrôle chimique n'est pas toujours aisé, si même possible.

La technique inaugurée consiste à prendre, comme matière étrangère, des couleurs d'aniline, ou quelque autre substance, telle que la murexide ou l'extrait de bois de campêche, dont le pouvoir colorant est considérable. M. Gaubert a pu ainsi, non seulement faire apparaître de frappantes modifications de facies dans maints cristaux, mais encore démontrer, d'après la façon dont ceux-ci se colorent, — lorsque la coloration est possible, ce qui n'est pas toujours le cas, — que la matière colorante peut jouer deux rôles différents. Elle syncristallise avec son hôte, en lui donnant des teintes de polychroïsme comparables à celles de ses propres cristaux, ou bien, la coloration prise par le cristal est identique à celle de la solution et il faut en conclure que le colorant y existe, non sous une forme cristalline, mais à l'état de solution solide.

Il semble bien, d'après ces expériences et beaucoup d'autres, que, comme le pensait Beudant, l'influence des matières étrangères soit la cause la plus fréquente des variations de forme prise dans la nature par une même espèce. Elle permet d'expliquer l'association de cristaux d'un même minéral ayant des formes différentes, mais alors, ils ne sont pas contemporains et présentent généralement de petites différences de coloration dues à de minuscules variations chimiques, la composition des solutions successives, qui les ont déposés les uns après les autres, ayant subi de légères modifications, avec le temps.

De tous les minéraux permettant d'étudier ces phénomènes, la calcite est le plus remarquable, en raison de la multiplicité de ses formes possibles et réalisées. Ses innombrables gisements sont individuellement caractérisés par la prédominance de certains prismes, rhomboèdres ou scalénoèdres.

Un jour, M. G. Cesàro, a découvert dans le calcaire carbonifère de Rhisnes, en Belgique, des géodes dont tous les cristaux étaient

constitués par un type de forme inconnu jusqu'alors, à l'état isolé, un certain isoscéloèdre, retrouvé depuis lors dans deux autres gisements seulement. La production de tels cristaux, qui vient troubler l'hypothèse de la hiérarchie des formes cristallines basée sur leur degré de densité réticulaire, peut plus facilement s'expliquer par l'influence d'une matière étrangère spéciale dont il serait intéressant de déterminer la nature

*
* *

Le *Traité de Minéralogie*, publié par Beudant en 1824, traduit en allemand en 1826, réédité en 1830, a fait époque dans le développement de cette science. La plupart des ouvrages de ce genre existant alors avaient encore une base empirique, à l'exception de celui d'Haüy, élevé à la gloire de la Cristallographie qui y étouffe presque les autres points de vue. Dans tous ces traités, les notions sur la composition chimique des minéraux étaient limitées aux données numériques brutes d'un petit nombre d'analyses imparfaites.

Le moment était venu de faire bénéficier la Minéralogie des récentes conquêtes de la Chimie : loi des proportions définies, poids atomiques de Berzélius, isomorphisme de Mitscherlich. Ce fut le mérite de Beudant d'avoir réalisé ce progrès.

Il expose la Cristallographie, et aussi la Cristallogenèse, en leur donnant l'importance qu'elles méritent. Pour la première fois, une place notable est attribuée aux propriétés optiques, ne jouant cependant encore qu'un rôle qualitatif. Il ne néglige pas les autres propriétés physiques : c'est ainsi qu'il discute, à l'aide de nombreuses mesures précises, l'importance de la connaissance du poids spécifique réel qu'il ne faut pas confondre avec celui qui n'est qu'apparent dans beaucoup des variétés structurales des minéraux.

L'étude de la composition chimique retient spécialement son attention. De longs développements sont réservés aux méthodes de calcul de la formule des minéraux, à partir des données de l'analyse et inversement, ainsi qu'au calcul des mélanges de plusieurs

espèces, sujets nouveaux alors, auxquels il avait consacré un important travail, inséré dans les *Mémoires des savants étrangers*.

Il discute en détail la question de l'espèce, du genre, de la famille en Minéralogie, montrant que toutes les propriétés physiques et chimiques doivent servir à leur établissement, mais que, seule, la Chimie peut leur fournir un fondement sûr.

Il expose ensuite une classification nouvelle basée, non plus sur la considération des éléments électropositifs, mais sur les éléments électronégatifs. Il est naturel que le premier point de vue ait été celui qui est venu tout d'abord à l'esprit, puisque la Minéralogie est née du besoin d'utiliser les minerais et qu'une classification, établie sur ce principe, groupe ensemble tous les minéraux d'un même métal. Mais entre les divers composés du plomb, du fer, par exemple, il n'existe pas d'analogies de propriétés physiques, alors qu'au contraire, les sels d'un même acide, combinés avec les divers métaux, présentent de grandes parentés de propriétés; on y trouve de remarquables séries isomorphes dont les carbonates rhomboédriques du groupe calcite-sidérite sont l'exemple le plus remarquable; aussi ce point de vue, adopté par Beudant, est-il celui de la science moderne. En cette même année 1824, Berzélius, abandonnant ses idées de 1812, l'avait proposé également, mais d'une façon indépendante.

Les classifications de ces deux savants ne sont cependant pas identiques et ils n'ont pas manqué, l'un et l'autre, de le faire remarquer et non sans vivacité. Beudant n'a pas été jusqu'au bout de son système. Il en a exclu le plus électronégatif de tous les éléments, le plus abondant dans la nature; il n'a pas établi, comme Berzélius, une famille de l'oxygène, englobant tous les minéraux oxygénés, y compris les hydrates; il a préféré réunir dans une même famille le corps simple, ses composés non oxygénés, ses oxydes, ses hydroxydes, puis tous ses autres composés oxydés.

Pour grouper entre elles les familles ainsi constituées, il a utilisé la classification d'Ampère, basée sur certains caractères chimiques, de telle sorte que, par une transition successive d'une propriété

à l'autre, les corps simples constituent une série dont les extrémités se joignent comme dans un anneau. Ce choix de l'anneau d'Ampère n'a pas été heureux. Néanmoins si les classifications actuellement adoptées se rapprochent plus de celle de Berzélius que de celle de Beudant, il n'en reste pas moins que notre confrère a contribué pour une large part à introduire dans la science minéralogique un principe fécond et véritablement philosophique.

La question de nomenclature a aussi préoccupé Beudant. Il a défendu, avec de bons arguments, l'emploi exclusif en Minéralogie des dénominations univoques, tirées de quelque propriété importante, ou bien du nom d'un savant, d'une localité, au lieu des appellations, souvent bien singulières, des anciens minéralogistes ou de celles, plus récentes, empruntées uniquement à la composition chimique. Il a été ainsi conduit à créer de nombreux noms d'espèces, bien qu'il n'en ait décrit qu'une seule (alunite). Il aimait ceux tirés du grec, de forme esthétique, sonores, d'intonation et de terminaison variées, tandis que la mode a prévalu depuis J. Dana, des noms à terminaison uniforme, aussi ses innovations n'ont-elles pas toutes survécu.

La partie théorique de son livre comprend encore un exposé synthétique des multiples manières d'être des minéraux dans la nature, comme éléments de roches, de gîtes métallifères, etc. Ces notions de gisement sont complétées d'une façon analytique dans la description particulière de chaque minéral.

Bien que la deuxième édition du *Traité de Minéralogie* soit aujourd'hui exactement centenaire, elle a conservé plus qu'un intérêt historique.

*
* *

Dans le rôle pédagogique de Beudant, une place importante doit être faite à ses ouvrages didactiques qui, tous, ont eu une longue fortune.

En 1815, c'est un *Traité de Physique* dont la sixième édition parut

en 1838; il a joué dans l'Enseignement secondaire le rôle de celui d'Haüy dans l'enseignement des Facultés. Nous noterons, en passant, que les deux traités de Physique les plus employés en France dans le premier quart du siècle dernier, ont été l'œuvre de minéralogistes.

Plus remarquable encore fut le succès du *Cours élémentaire de Minéralogie et de Géologie* publié en 1841 et dont la dix-septième édition date de 1886. Cet excellent manuel a servi encore aux hommes de ma génération; plus que ses travaux de recherche, il a contribué à rendre populaire le nom de son auteur.. Cet ouvrage faisait partie d'une brillante trilogie, dans quoi la Botanique était due à Adrien de Jussieu et la Zoologie à Henri Milne Edwards.

Qu'un professeur de Minéralogie à la Sorbonne ait écrit des ouvrages de ce genre, et qu'il les ait fait de bonne qualité, il n'y a là rien que de naturel, mais qu'il soit l'auteur d'une *grammaire française* et d'une *grammaire latine*, c'est là un fait imprévu. Or il a été réalisé par Beudant et cela mérite l'attention.

On peut citer, il est vrai, au moins un autre exemple montrant que la Grammaire peut, à l'occasion, faire bon ménage avec les sciences naturelles. Lhomond, le prototype du grammairien, était féru de la Botanique. Afin de plaire à ce maître vénéré, l'un de ses élèves, comme lui régent au Collège du Cardinal Lemoine, Haüy, lui fit la surprise d'apprendre cette science aimable, je veux dire la Botanique. Et c'est grâce à cette circonstance que l'illustre fondateur de la Cristallographie dut de figurer à l'Académie royale des Sciences en qualité d'adjoint botaniste, jusqu'au jour où se produisit une vacance parmi les minéralogistes.

Mais revenons à Beudant et à ses grammaires. Pourquoi les a-t-il écrites et qu'elles étaient à cet égard ses idées directrices? Ses préfaces vont nous le dire. Il avait six enfants et dirigeait lui-même leur instruction. Il avait été ainsi conduit à beaucoup réfléchir sur les méthodes d'enseignement alors en faveur et le résultat de cet examen avait profondément choqué ses principes d'homme de science, épris

de clarté et de logique. Ayant construit pour son usage personnel un système cohérent, après l'avoir expérimenté avec succès sur les siens, il avait voulu en faire profiter la jeunesse studieuse.

L'étude des manuels scolaires officiels lui font penser que l'enseignement traditionnel rebute les écoliers en ne leur donnant qu'un bien maigre profit pour beaucoup de peine. Contrairement à ce que pourraient laisser supposer ces manuels, les enfants sont capables de raisonner; il est possible de leur faire comprendre ce qu'on leur enseigne, à condition de le mettre à leur portée. Or, « l'enseignement des langues s'est réduit, écrit-il, à l'exposition d'un certain nombre de prétendues règles, embarrassées d'exceptions de toute espèce, dont le motif et la démonstration restent toujours dans le vague, et qui, dès lors, sont inintelligibles ». Seule, la mémoire est reine!

Il juge que la Grammaire d'une langue quelconque doit être fondée sur les « principes qui constituent les éléments du langage, considéré d'une manière générale », sur « la philosophie générale du langage, qui est la même chez tous les peuples, par la raison toute simple qu'elle tient à la nature même de l'homme ». Il ne faut pas enseigner « des règles particulières à tel ou tel cas », mais montrer « le fond même des choses », faire voir d'abord ce que sont les mots « et comment ils se réunissent pour exprimer les pensées; faire comprendre ce que c'est que sujet, verbe, attribut, proposition; montrer quand et comment les propositions diverses se réunissent... Passant à l'étude spéciale des différents mots, on ne doit plus hésiter à aborder les raisonnements nécessaires pour établir nettement les définitions de chacun d'eux, pour montrer leur nécessité, leurs variétés et faire voir le plus ou moins d'opportunité des modifications diverses qu'on leur fait subir. »

En définitive, l'étude de toute langue doit être considérée comme une affaire scientifique, être basée sur l'analyse du langage, sur la Grammaire générale.

Et Beudant ajoute : « On ne peut montrer ces lois générales à un enfant que dans les expressions qu'il comprend nettement et dont on peut facilement lui expliquer le sens; par conséquent, dans la langue

dont il a l'habitude. » L'étude des langues devra donc commencer par la langue maternelle de l'enfant, celle qui lui est en quelque sorte instinctivement familière. Ce sera « le point de départ », « le terme constant de comparaison pour toutes les langues qu'il aura besoin d'apprendre. »

C'est donc après le français seulement que nos enfants devront apprendre les autres langues.

Conformément à ces principes, Beudant a joint à sa grammaire française une grammaire latine, entièrement calquée sur la première dans toutes ses parties. Cette grammaire latine, contrairement à l'usage d'alors, il l'a conçue non pour servir à la confection du thème, mais en vue de faire commencer l'étude du latin par la version, considérée par lui comme l'exercice essentiel pour apprendre toutes les langues autres que la langue maternelle, idée fort juste si, comme cela est souhaitable, l'enseignement a pour but primordial la formation de l'intelligence et le développement des facultés de réflexion.

L'originalité de Beudant en ces matières semble résider, non pas dans la découverte de points de vue nouveaux, mais dans la coordination de diverses tendances plus ou moins nettement formulées depuis le xviii^e siècle par de nombreux pédagogues, et restées sans lien entre elles : réaction contre l'emploi abusif de la mémoire dans l'éducation ; utilité de la Grammaire générale, pour laquelle la Grammaire générale et raisonnée de Port-Royal avait montré la voie suivie par d'autres ; opportunité de faire débiter l'étude des langues par celle du français ; enfin, urgence de la réforme de l'enseignement public, qui, vers 1833, sous le ministère de Guizot, flottait dans l'air et qui, depuis lors, c'est-à-dire depuis un siècle, ..., y flotte encore.

Cette coordination nécessaire, l'application des principes généraux du langage à l'étude de la langue française, à celle du latin ; la rédaction de manuels de ces deux langues établis sur le même plan et en intime corrélation l'un avec l'autre, constituant ainsi un enseignement de la Grammaire par la comparaison de diverses langues ; le souci de

donner pour but de l'étude du latin la lecture des textes, et non plus la rédaction en latin, sont autant de points sur quoi Beudant fait figure de précurseur.

Dès leur apparition, ses grammaires furent inscrites parmi les livres dont l'usage était autorisé dans les établissements publics d'enseignement, mais c'est bien plus tard seulement que l'évolution des idées pédagogiques générales devait faire triompher sa thèse.

Il serait intéressant d'analyser pas à pas les détails de ces grammaires. On trouverait ainsi, sans aucun doute, plus d'une particularité digne d'être signalée et aussi des critiques à formuler, mais pour une telle matière, je n'ai de Beudant ni la compétence ni l'appétence, et j'aurai la discrétion, autant que la sagesse, de ne pas m'aventurer plus loin sur ce terrain dangereux.

Cependant je ferai remarquer que la finesse et la netteté des définitions, la limpidité de l'explication des termes employés, la multiplication des catégories et des subdivisions établies dans les procédés de langage, le besoin d'harmonie, d'équilibre, de symétrie, si manifeste dans ses classifications et dans sa nomenclature grammaticales, ne sont pas sans rappeler les qualités développées par lui dans ses travaux minéralogiques.

Et tout ceci me porte à penser que pour maintes disciplines littéraires, comme aussi pour le maniement de beaucoup d'organismes intellectuels ou administratifs touchant aux choses de l'esprit — et peut-être même à d'autres — il n'est pas indifférent que, de temps en temps, quelque intrus intelligent fasse une incursion dans les plates-bandes des spécialistes. Il n'en écrase pas toujours les fleurs délicates, il lui arrive même parfois de faire d'originale et utile besogne. De cela, Beudant me paraît pouvoir être cité comme exemple.

En résumé, de même que certains de ses contemporains, étrangers à l'excessive et précoce spécialisation sévissant de plus en plus de nos jours, Beudant peut être défini comme un homme doué d'une

vive intelligence, fortement cultivé dans les directions les plus diverses et possédé par une exceptionnelle curiosité d'esprit.

Professeur distingué de *Mathématiques spéciales* et de *Physique*, il a inauguré ses recherches originales par des travaux *biologiques* qui n'avaient pas été entrepris avant lui. Ses in-quarto sur la Hongrie dénotent un voyageur sachant saisir avec finesse et juger avec bon sens tout ce qui passe sous ses yeux, un perspicace observateur de la nature ayant devancé son temps dans la description *géologique* d'un intéressant pays; ses observations *lithologiques* et *minéralogiques* peuvent être encore lues après plus d'un siècle, malgré l'avènement de méthodes qui ont révolutionné l'étude des roches; ses expérimentations sur la *Cristallogenèse*, bien conçues et habilement conduites, étaient précises et ingénieuses; des questions touchées par lui sont restées à peu près dans l'état où il les avait laissées. Législateur judicieux de la *Minéralogie*, il a contribué à mettre la *Chimie* à sa place dans cette science, tout en y faisant la part large à la *Physique*, à côté de la *Cristallographie*; il partage avec Berzélius l'honneur d'avoir, la même année, et d'une façon indépendante, édifié une classification des minéraux sur un principe qui a subsisté.

Enfin nous venons de voir que son activité intellectuelle l'a conduit jusqu'à la *grammaire*.

Seulement, cette universalité de connaissances et de curiosité, jointe à ses succès de professeur, a entraîné une contre-partie fâcheuse. En lui permettant de réussir dans tant d'entreprises diverses, elle ne lui a pas laissé le loisir, le moyen ou la volonté de persévérer et de donner tout ce qu'on était en droit d'attendre de lui dans chacune d'entre elles. Le pédagogue et le dilettante ont fait tort au chercheur.

Il a joui d'une grande estime parmi ses contemporains. A l'Académie, la confiance de ses confrères l'a fait siéger à la Commission administrative et, à la mort de Cuvier, plusieurs voix se portèrent sur son nom dans l'élection qui a élevé Dulong aux fonctions de secrétaire perpétuel.

Quatorze ans après sa mort, en 1864, alors que l'annexion à Paris des communes suburbaines conduisait à changer l'appellation de

beaucoup de rues, le nom de Beudant a été donné à l'une d'elles. Ce n'était sans doute ni ses opinions royalistes bien connues ni ses convictions religieuses hautement affichées qui lui valaient cet honneur posthume de la ville de Paris et du gouvernement impérial; je n'ose même pas supposer qu'il le dut à ses idées sur les causes des variations de la forme des cristaux ou sur la structure des montagnes volcaniques; il faut certainement en chercher la raison ailleurs, dans la valeur morale et la distinction de l'homme et du professeur dont le souvenir et la réputation avaient débordé en dehors de l'Académie et de l'Université.

II.

Il serait difficile de trouver contraste plus frappant avec la carrière et l'œuvre de Beudant que celui fourni par la carrière et l'œuvre du confrère, dont je veux vous entretenir maintenant, ALFRED DES CLOIZEAUX.

Dès sa jeunesse, il fut captivé d'une façon impérieuse et exclusive par les recherches originales de Minéralogie; bien peu de sujets l'ont intéressé véritablement, en dehors de sa famille, de la Cristallographie géométrique et de l'Optique des cristaux. Sans réserve, il leur a consacré toute son existence.

Véritable bénédictin, toujours au travail auquel rien ne pouvait l'arracher, il n'était pas attiré par les théories, aussi n'en a-t-il construit ou discuté aucune, mais il était passionné pour les observations minutieuses et les déterminations numériques, et il en a fait plus que les plus entraînés des hommes de science de son temps. Son honnêteté scientifique rigide lui faisait un devoir de l'exactitude et de la précision, mais de la précision réfléchie; il était ennemi de cette précision illusoire que donnent les mesures angulaires poussées jusqu'à des fractions de seconde et effectuées sur des quantités qui, par suite d'imperfections de structure ou d'autres causes, peuvent varier de nombreuses

minutes, et même davantage, d'un cristal à l'autre, ou même dans un même cristal.

Bien qu'il ait professé sous des formes diverses pendant cinquante ans, l'enseignement ne l'enthousiasmait pas; il n'aimait ni parler en public ni faire parler de lui. Sa véritable place était non dans un amphithéâtre, mais dans sa maison, seul, à sa table, devant son goniomètre ou ses microscopes. Là, bien défendu contre les fâcheux par l'affection des siens, à l'abri des bruits du dehors, il vivait son rêve, au milieu de ses livres, de ses brochures, de ses instruments, de ses chers cristaux.

La plupart des minéralogistes de la seconde moitié du siècle dernier ont été plus ou moins consciemment ses disciples, mais je crois avoir été à peu près son seul élève direct. Les années passées à travailler à ses côtés ont été parfois rudes, car, exigeant et sévère pour soi, il n'admettait autour de lui ni tiédeur ni à peu près, mais elles ont été pour moi d'une valeur inestimable et parfois pleines de charme. Lorsqu'au cours de l'hiver, après une longue séance de travail, arrivait la chute du jour, avant d'allumer une antique lampe à huile, il aimait à pousser son fauteuil près de la cheminée et, tout en tisonnant un minuscule feu de bois, à me conter ses souvenirs de jeunesse, évoquant, non pas sa personne, à lui, mais celle de ses maîtres; certains d'entre eux n'avaient-ils pas connu plusieurs des fondateurs de la Minéralogie moderne, Romé de l'Isle, Haüy, Dolomieu dont le beau-frère, le marquis de Drée, collectionneur célèbre, tenait en particulière estime son jeune ami ?

J'ai gardé un souvenir toujours vivant et reconnaissant de la bonté et de la bienveillance, jalousement dissimulées, de l'homme, comme aussi une admiration profonde et respectueuse pour le savant. C'est une dette que je paie, en ce moment, Messieurs, en vous parlant de lui et de son œuvre.

ALFRED-LOUIS-OLIVIER LEGRAND DES CLOIZEAUX est né à Beauvais, le 17 octobre 1817, d'une de ces familles de vieille bourgeoisie qui ont

donné tant de bons serviteurs à notre pays et de membres éminents à l'Institut de France.

Sous l'ancien régime, son grand-père paternel, Etienne Jacques Legrand Des Cloizeaux, était (1779) conseiller-rapporteur du point d'honneur près des maréchaux de France, pour le bailliage et le siège présidial de Beauvais. Un tel magistrat au titre, un peu long et solennel, était adjoint aux lieutenants des maréchaux, chargés de surveiller la bonne tenue morale des gentilshommes et des officiers, et notamment de mettre obstacle aux duels. La Révolution l'avait trouvé échevin, puis pair, de sa ville natale. Il avait ensuite été élu successivement par ses concitoyens chef de légion, puis de brigade de la garde nationale, commandant de la place de Beauvais, adjoint au maire; pendant 23 ans, enfin il avait rempli les fonctions de juge de paix pour finir comme juge suppléant au Tribunal civil.

Son petit-fils fut, dès sa prime jeunesse, animé par un intérêt très vif pour l'histoire naturelle; notre futur confrère aimait à se rappeler sa collection minéralogique de collégien. Envoyé à Paris pour achever ses études, il eut la bonne fortune d'y rencontrer comme professeur de Mathématiques spéciales, un savant mathématicien, Armand Lévy, que des avatars curieux avaient conduit à la Minéralogie. Brillamment sorti de l'École normale supérieure, Lévy n'avait pu trouver de chaire dans l'Université métropolitaine, en raison de son origine israélite, aussi avait-il accepté une place de professeur au collège de l'île Bourbon, mais, à sa sortie de Rochefort, le navire qui le portait, chassé par la tempête, avait été jeté à la côte anglaise, près de Portsmouth; il s'était réfugié à Londres et il y était resté, vivant de leçons de Mathématiques. Les circonstances lui firent fréquenter des minéralogistes; il entra à la Société géologique de Londres et fut même membre de son conseil. Afin d'améliorer sa situation matérielle, comme l'avait fait de Bournon, il accepta d'entreprendre la description d'une collection minéralogique réputée, celle de Turner, réunie par Heuland. Il y travailla de nombreuses années et, pour la commodité de cette entreprise, il imagina un nouveau système

de notation cristallographique. Passé plus tard en Belgique pour surveiller l'impression de son catalogue descriptif, il professa simultanément plusieurs sciences à l'Université de Liège. La Révolution de 1830 le ramena à Paris et lui ouvrit enfin les portes de l'enseignement officiel. De puissants protecteurs, mathématiciens, le firent nommer maître de conférence à l'École normale-supérieure et professeur au Collège Charlemagne.

Heureux de rencontrer parmi ses élèves une vocation naissante pour l'étude des Minéraux, A. Lévy se plut à la développer chez Des Cloizeaux. Il lui apprit les principes de la Cristallographie, l'initia au calcul et au dessin des cristaux, puis il l'engagea à suivre les cours et à fréquenter les collections d'Alexandre Brongniart au Muséum, de Dufrénoy à l'École des Mines. Il l'introduisit dans le laboratoire de Biot au Collège de France. Un peu plus tard, Des Cloizeaux devait faire la connaissance de Henri de Senarmont et s'engager à sa suite dans les recherches optiques.

Partout, l'apprenti savant s'attira la sympathie et l'estime de ses maîtres par son aptitude à la recherche, par son enthousiasme et aussi par sa distinction personnelle. Sa première note parut dans les Annales des mines, en 1842, et, depuis lors, pendant 52 ans, il n'a cessé de produire régulièrement des travaux dont quelques-uns à peine ne sont pas exclusivement minéralogiques.

Dès ses débuts, il eut la bonne fortune de faire la connaissance d'un fonctionnaire du Ministère des Affaires étrangères, de quelques années plus âgé que lui, Alexis Damour, auquel ne tarda pas à l'attacher une solide et constante amitié; sans le moindre nuage, elle dura toute leur vie et celle-ci fut très longue. Damour, était un fervent minéralogiste, autant que collectionneur passionné; à l'âge de 93 ans, il achetait encore des minéraux pour enrichir ses séries. Mais, à l'inverse de A. Des Cloizeaux, il ne se préoccupait ni de leur Géométrie ni de leurs propriétés optiques ni même de leur histoire naturelle; il s'intéressait à leur composition chimique et à leur esthétique. Analyste d'une grande habileté, lui aussi épris de précision, auteur de nombreux mémoires fort

estimés, il est entré à l'Académie, d'abord en qualité de correspondant, puis de membre libre. Sa collaboration avec son ami fut féconde, car ils étaient en quelque sorte complémentaires l'un de l'autre, Des Cloizeaux n'étant guère chimiste.

Tout d'abord, Des Cloizeaux s'est livré uniquement à des recherches de cabinet. Il est assez piquant de constater que ce fut un physicien mathématicien qui l'engagea dans les études sur le terrain et lui fit prendre contact avec la Géologie.

A cette époque déjà, les physiciens étaient préoccupés par la rareté et le haut prix atteint par le spath d'Islande, indispensable aux travaux d'optique; ce double danger, comme on le sait n'a fait que s'accroître depuis lors. Or le spath d'Islande, tout en étant une variété du carbonate de calcium rhomboédrique, l'un des plus communs parmi les minéraux, n'était alors, et n'est encore, connu à l'état de pureté parfaite sous un certain volume, que dans une seule localité, en Islande. Biot obtint du gouvernement qu'une mission fut confiée à Des Cloizeaux pour lui permettre d'en préciser les conditions de gisement, déjà entrevues par Eugène Robert, membre de l'expédition scientifique de *La Recherche*, conduite, en 1835-1836, par Paul Gaimard. Il reçut, en outre, l'instruction de rapporter le plus possible d'échantillons du précieux carbonate.

Il fut embarqué, à Cherbourg, le 28 avril 1845, sur la gabare *la Prévoyante*, chargée de la protection de nos pêcheurs dans les eaux d'Islande.

Après avoir touché aux îles Shetland, *la Prévoyante* se dirigeant droit au but, atteignait le 14 mai, le milieu de la côte orientale de l'Islande et pénétrait dans le Rödefjord dont une branche, l'Eskifjord, renferme le gisement de spath.

Des Cloizeaux reconnut qu'il ne constitue pas un filon, mais une cavité, dans un basalte amygdalaire, mesurant 15^m de large sur 4 ou 5^m de hauteur; elle a été mise au jour par l'érosion due au Silfur-lœkir, le ruisseau d'argent. Sur sa paroi, il vit, implantée, une masse de spath de 6^m × 3^m, association d'énormes cristaux recouverts par une

croûte de lames d'une zéolite, la stilbite. Malheureusement ce spath était en partie trouble, très maclé, et par suite peu utilisable, mais le fond de la crypte était rempli par une argile brunâtre, ferrugineuse, et celle-ci renfermait, à l'état isolé, des cristaux parfaits (rhomboédre primitif associé à des scalénoèdres très obtus) de calcite dont la plus grande dimension pouvait atteindre jusqu'à 35^{cm}; eux aussi, d'ordinaire, ces cristaux n'étaient pas parfaitement transparents, mais d'autres les accompagnaient, fracturés naturellement, d'une limpidité et d'une pureté parfaites : c'était là le produit si ardemment désiré.

Des Cloizeaux y trouva non pas ces énormes morceaux, du genre de ceux qui font l'ornement de certaines vieilles collections, mais des échantillons de moindre volume; parmi eux, les solides de clivage utilisables de 7 à 8^{cm} d'arête étaient peu communs et plus rares encore ceux de dimensions doubles. Après quelques jours de travail de tous les hommes disponibles de l'équipage, plusieurs tonnelets de matériaux de premier choix furent recueillis et Des Cloizeaux jugea dans son rapport, ce qui a été confirmé depuis par l'expérience, que, pour de longues années encore, ce gisement serait fructueusement exploitable.

Le voyage se continua par l'exploration des côtes orientale, méridionale et occidentale de l'île, navigation à la voile, pénible, en raison du brouillard, de la fréquence des gros temps, suivis de calmes plats, mais alors les débarquements étaient possibles; bien souvent, au cours de sa carrière, les noms du Berufjord, du Djrefjord, de l'Onundarfjord reviendront sous la plume de Des Cloizeaux, à l'occasion des beaux cristaux de zéolites variées qu'il récolta dans les basaltes amygdalaires et au nombre desquelles se trouvait le minéral appelé par lui christianite.

Plus long fut son séjour à Reykjavik. La capitale de l'Islande n'était pas alors la ville qui vient de fêter un millénaire, c'était un gros bourg. Des Cloizeaux en partit pour l'intérieur, afin de visiter le Grand Geysir. Véritable expédition, voyage fort dur, sous la pluie, la brume, au milieu d'un pays pauvre à tous égards, souvent marécageux,

dépourvu de routes et bien entendu d'auberges. Quand on ne couche pas sous la tente, le gîte est fourni par le pasteur. Le latin permet de s'entendre. L'accueil est toujours cordial, la propreté l'est moins et le jeune voyageur, assez délicat de goûts, préfère d'ordinaire à un lit doux sa peau de mouton étendue sur le sol ou sur les dalles froides de l'église. Il étudie les geysers, voit de loin la haute silhouette neigeuse de l'Hekla sans pouvoir l'atteindre ; il recueille d'amples collections minéralogiques, prend de nombreux daguerréotypes de paysages, puis, le 16 août, il s'embarque à nouveau sur *la Prévoyante*, pour rentrer en France, non sans faire de longues et instructives stations aux Feroë, aux Shetland, aux Orcades. L'Ecosse le tente, aussi quitte-t-il son bateau à Leith pour entreprendre une randonnée à travers les plus célèbres gisements minéralogiques de ce beau pays. A Edinburgh et à Glasgow, les lettres d'introduction de ses maîtres de Paris lui ouvrent les portes de deux minéralogistes célèbres, R. Jameson et T. Thomson; ils lui font bon accueil et lui permettent d'examiner en détail leurs collections renommées.

Il se rend ensuite par mer à Liverpool, où il étudie la collection de Phillips, puis à Norcliffe Hall, près de Manchester, où la collection de Thomas Allan est possédée par un filateur de coton, Robert Hyde Greg. Cette collection, réunie antérieurement par un opulent banquier, était particulièrement remarquable; elle était accompagnée d'un volumineux catalogue, illustré de nombreuses figures de cristaux dessinées par Haidinger. Pendant plusieurs jours, Des Cloizeaux eut l'autorisation de copier beaucoup de ces dessins inédits, de les comparer aux minéraux originaux et d'accumuler ainsi une précieuse documentation. Il se lie d'amitié avec Robert Philips Greg, le futur auteur de la *Minéralogie de la Grande-Bretagne*, publiée en collaboration avec W. G. Lettsom, fils de son hôte, qui le conduit dans les manufactures de coton, les usines de construction de locomotives. Enfin, un rapide passage à Londres lui permet d'étudier les richesses minéralogiques du British Museum sous la direction de Greenough et de Sowerby.

Le 17 octobre, le jeune voyageur débarquait à Boulogne, où il retrouvait, non plus ces chemins de fer dont la vitesse attirait son admiration en Angleterre, mais les voitures Lafitte, moins rapides, qui le ramenèrent à Beauvais.

Son voyage avait duré six mois; il lui avait fourni l'occasion de voir les collections minéralogiques les plus réputées de la Grande-Bretagne de converser intimement avec les plus illustres de ses minéralogistes; d'Islande, il rapportait pour lui, un monceau d'observations et de documents; pour ses patrons, ce qu'ils attendaient, et au delà de leurs espérances. Aussi leur satisfaction fut-elle grande et, sur l'heure, une nouvelle mission fut décidée pour l'année suivante.

Le 10 mai 1846, Des Cloizeaux repart donc sur le cutter, *le Favori*, frêle voilier comparé à *la Prévoyante* qui cependant n'était pas de haut bord. Aussi cette navigation vers l'Islande fut-elle fort accidentée. Un mois fut consacré au gîte de spath et à une nouvelle exploration minéralogique de la côte méridionale de l'île.

En arrivant à Reykjawik, Des Cloizeaux y trouva, immobilisée par une grave épidémie de rougeole qui lui avait déjà causé quelque embarras, une expédition scientifique germano-danoise, composée de Robert Bunsen, alors professeur à l'Université de Marburg, du baron Sartorius de Waltershausen venant de consacrer sept années à l'étude de l'Etna, du zoologiste Bergmann de l'Université de Göttingen et du lieutenant danois Mathiesen, géologue amateur, le cornac de l'expédition. Tous ces jeunes gens, animés par le même enthousiasme scientifique, décidèrent de mettre en commun leurs ressources et leurs efforts; il les consacrèrent à une longue et minutieuse étude des geysers, à l'exploration de l'Hekla, à la visite des gisements d'obsidienne et de ces tufs basaltiques, à éléments vitreux, dans quoi Waltershausen reconnut l'équivalent de ce qu'il venait d'appeler, en Sicile, les tufs palagonitiques. Ce long programme ne fut pas exécuté sans peine, l'état sanitaire du pays venant singulièrement compliquer les difficultés dues à un temps maussade.

Le carnet de notes de Des Cloizeaux est interrompu au 16 août,

à la suite d'une excursion à Thyrrill, dans les environs de la capitale; je sais seulement que, le 27 septembre, il quittait Copenhague pour rentrer en France.

Une sérieuse déconvenue l'y attendait. Avant son départ, il avait déposé à l'École des mines, comme en lieu sûr, une partie de ses récoltes de 1845. On y achevait alors les travaux d'aménagement auxquels l'ancien Hôtel Vendôme doit sa physionomie actuelle. Un vieux puits devait être comblé; profitant d'un manque de surveillance, les terrassiers ne trouvèrent rien de mieux que d'y précipiter tous les matériaux volumineux et lourds trouvés dans les caves et les cours de l'École. Les beaux minéraux d'Islande allèrent y rejoindre de nombreuses caisses de minerais analysés par Berthier. Je n'ai jamais entendu sortir de la bouche de Des Cloizeaux d'appréciations un peu vives sur personne, hormis sur les remblayeurs du puits de l'École des mines, et celles-là étaient fort sévères.

Du pays des geysers, Des Cloizeaux avait rapporté non seulement du spath et des zéolites, mais aussi l'accentuation de son goût des voyages et de la recherche des minéraux dans la nature. Il l'a largement satisfait par de nombreuses missions ou explorations, non seulement en France (Alpes, Pyrénées, Auvergne, etc.), mais dans toute l'Europe, visitant, le marteau à la main, la Suisse, l'Italie, l'Allemagne, l'Autriche, l'Angleterre, la Norvège, la Suède, la Finlande et la Russie. Il ne s'est pas contenté d'en explorer les gisements minéralogiques les plus réputés, d'y recueillir des échantillons, il a étudié aussi, et à fond, comme il l'avait déjà fait en Écosse et en Angleterre, les musées, les collections particulières, accumulant une masse énorme d'observations et une érudition visuelle remarquable, très précieuses pour ses travaux. Il noua enfin des relations d'amitié avec la plupart des minéralogistes en vue de son temps.

Une notoriété rapidement acquise, et affirmée par l'insertion de mémoires dans le recueil des Savants étrangers à l'Académie, lui ouvrit les portes de l'enseignement de la Minéralogie. Sa carrière officielle n'a connu ni heurt ni histoires : répétiteur à l'École centrale,

en 1843; maître de conférences à l'École normale supérieure, en 1857. Suppléant de Delafosse à la Sorbonne, de 1873 à 1876, il remplaça ce dernier, en 1876, au Muséum d'histoire naturelle, dans la chaire d'Haüy. Il y professa jusqu'en 1892, époque à laquelle il devint professeur honoraire. Mais, à la fin de sa vie seulement, il eut un laboratoire et combien pauvre à tous égards! Aussi ne travailla-t-il jamais que chez lui, dans des conditions matérielles précaires, avec ses seules ressources. C'est vraiment merveille qu'il ait pu, sans aucun aide, grâce à une habileté manuelle peu ordinaire, tailler lui-même dans un étroit et sombre cabinet de toilette, transformé en atelier d'opticien, les innombrables lames rigoureusement orientées et les prismes de cristaux nécessaires à ses observations d'optique.

Sa carrière académique fut plus accidentée. En 1862, le fauteuil de Beudant occupé, dans la section de Minéralogie, par H. de Senarmont étant devenu vacant, Des Cloizeaux avait pensé l'obtenir aisément, mais, à la dernière heure, avait surgi une candidature imprévue, celle de Louis Pasteur. Déjà celui-ci avait abandonné les études de Cristallographie et de Physique moléculaire, pour ses brillantes recherches biologiques, mais pas plus que les chimistes, les botanistes n'avaient encore compris l'importance de ses premiers travaux. Aussi, avaient-ils repoussé sa candidature de correspondant pour leurs sections respectives, alors qu'il professait à Lille; mais, par contre, ils unirent leurs efforts à ceux des physiciens, pour lui faire donner une place de titulaire à l'Académie, non point parmi eux, mais chez les minéralogistes, ne se doutant pas de la valeur du présent qu'ils allaient faire à ceux-ci. Pasteur fut classé en première ligne, *ex æquo* avec Des Cloizeaux, et il fut élu.

Cet échec fut pour Des Cloizeaux une cruelle déception; il n'y a jamais fait allusion devant moi, mais, un jour, où je lui avais consacré l'après-midi, au moment du départ, je trouvais dans mon chapeau un volumineux paquet. Comme je faisais le geste de le déposer sur sa table, mon vieux maître arrêta mon bras et me dit: « Non, non, ceci

est à vous. Vous serez mon successeur au Jardin des Plantes et peut-être ailleurs; tôt ou tard vous aurez à faire ma Notice, vous apprendrez dans ces papiers des choses que vous ignorez ».

En effet, j'y trouvai, avec bien d'autres documents, la minute de ses notes sur l'Islande, un cahier d'interminables calculs cristallographiques sur le gypse faits sous la direction de Biot et corrigés de sa main et surtout une analyse très serrée de toute l'œuvre cristallographique de Pasteur, avec remarques et critiques, souvent vives, à l'encre rouge. Ce long travail avait été exécuté à l'intention de Delafosse, le seul cristallographe de la section de Minéralogie, en 1862, et le grand électeur dont les deux concurrents et leurs amis faisaient ardemment le siège.

Il ne se produisit de nouvelle vacance que six ans plus tard et ce fut encore pour Des Cloizeaux une cause de mésaventure. Le 24 décembre 1868, le vicomte A. d'Archiac, géologue et paléontologiste renommé, disparaissait après avoir adressé sa démission de membre de l'Institut au président de l'Académie. Son confrère, A. de Verneuil, avait reçu, le même jour, un précieux ouvrage de Paléontologie donné par lui à son ami, à la condition que ce livre resterait la propriété du dernier survivant. La mort violente de d'Archiac n'était pas douloureuse, mais toutes les recherches effectuées pour le retrouver étaient restées vaines. Le secrétaire perpétuel, Élie de Beaumont, exerçant alors sur les sciences géologiques en France une impérieuse souveraineté, déclara qu'il n'admettrait de déclaration de vacance que lorsqu'on lui aurait montré le corps de son infortuné confrère. Cette condition ne fut réalisée que cinq mois plus tard; le cadavre de d'Archiac fut repêché dans la Seine, à Meulan, le 30 mai 1869. Le 15 novembre, Des Cloizeaux était élu presque à l'unanimité.

Il devint président de l'Académie et de l'Institut, en 1889, et, en cette année d'Exposition universelle, lui qui, pendant toute sa vie, avait fui les réceptions officielles, dut, en maintes circonstances, promener dans des cérémonies d'apparat son habit vert et sa timidité effarouchée, mais, il faut le reconnaître, fort amusée.

Notre confrère jouissait parmi les minéralogistes français d'une auto-

rité non recherchée, mais sans conteste; c'est autour de lui qu'à son appel ils se groupèrent, en 1878, pour constituer la Société minéralogique de France dont il fut le premier président. Cette haute estime, il la retrouvait partout au delà de nos frontières; il avait reçu deux distinctions hautement appréciées, la médaille Davy de la Société royale et la médaille Wollaston de la Société géologique de Londres. De longue date, il était membre des principales Académies étrangères : Société royale de Londres, Académie dei Lincei, Académies de Berlin, Saint-Pétersbourg, Vienne et bien d'autres.

Il s'est éteint doucement, le 6 mai 1897.

*
* *

Dans l'œuvre de A. Des Cloizeaux, deux ordres de recherches occupent une place prépondérante, les études sur les formes des corps cristallisés naturels ou artificiels, et celles consacrées à leurs propriétés optiques. Mais bien qu'il fut surtout physicien, il était aussi naturaliste; dans un minéral, il ne voyait pas seulement matière à observations physiques et chimiques, toutes les questions se rattachant à son gisement, à son origine, à son rôle géologique l'intéressaient plus que ne pourrait le faire supposer le petit nombre des notes publiées par lui sur ces questions. Par son mariage avec M^{lle} Alix Pâris d'Illins, il était entré dans une famille, où la géologie était en honneur; le grand-père de sa femme, M. de Roissy, paléontologiste et collectionneur de minéraux et de coquilles, fut le premier président de la Société géologique de France.

Je ne saurais entrer ici dans le détail de ses très nombreux travaux de Cristallographie se rapportant à tant de minéraux différents; je n'en prendrai, comme exemple, qu'un seul, le plus important de tous et un modèle du genre, le *Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz*, publié en 1858 dans les Mémoires des savants étrangers. Sur un sujet qui paraissait épuisé par la belle monographie

de Gustave Rose, Des Cloizeaux a su apporter un véritable trésor de faits nouveaux et de conclusions intéressantes.

Le quartz est de beaucoup le minéral le plus abondant dans la nature; il se présente en cristaux magnifiques, remarquables par leur limpidité, la beauté de leurs faces, les énormes dimensions qu'ils peuvent atteindre. Qui ne connaît le cristal de roche et ses usages dans l'art et dans l'industrie? Son intérêt cristallographique est très grand et non moins importantes sont certaines de ses propriétés physiques, telles que son pouvoir rotatoire et sa piézo-électricité, conséquences de la nature spéciale de son hémiedrie.

L'interprétation de ses formes cristallines est souvent rendue particulièrement ardue par l'extraordinaire complexité de la structure de ses cristaux. Les plus beaux, les plus transparents d'entre eux sont rarement homogènes, rarement simples; ce sont, le plus souvent, des édifices complexes, des groupements d'un grand nombre d'individus, groupements parfois discernables à l'œil nu, mais plus souvent dissimulés. Ils peuvent être constitués, ces individus élémentaires, dans un même assemblage par des cristaux appartenant à l'un ou l'autre des polyèdres hémiedres, mais plus souvent les polyèdres droit et gauche sont réunis et de façons diverses; lorsqu'il est possible de les distinguer, à l'œil nu, l'un de l'autre, on constate que les individus constituants n'ont pas nécessairement les mêmes faces secondaires. Des Cloizeaux s'est proposé de démêler cet imbroglio et de trouver des règles pouvant servir de guide dans son étude.

Par des mesures goniométriques fort nombreuses, il a montré que les macles à axes parallèles, étudiées déjà par G. Rose, ne s'effectuent que rarement avec la précision théorique, qu'il existe souvent des oscillations atteignant jusqu'à 2° autour des nombres fournis par le calcul, exemple de cette tolérance si fréquente dans certains phénomènes naturels et, en particulier, dans les groupements cristallins. Il a précisé, en outre, la très rare macle à axes inclinés, dite de la Gardette, surtout connue alors dans les cristallières de la mine d'or du Dauphiné qui a fourni de si beaux échantillons d'or natif aux collec-

tionneurs et appauvri tant d'actionnaires, à commencer par Monsieur, frère du roi Louis XVI.

Des Cloizeaux a voulu déterminer toutes les formes du quartz, décrire les particularités, les aspects des faces de chacune d'entre elles; il a voulu aussi les interpréter, les discuter, les classer systématiquement, je veux dire les formes connues avant lui, au nombre de 35, et les 134 nouvelles, aux symboles parfois très compliqués, qu'il a découvertes dans les cristaux des gisements les plus divers et cette recherche n'était pas toujours facile, car souvent les cristaux de quartz se prêtent mal aux mesures goniométriques, à cause de leurs trop grandes dimensions; leurs faces sont fréquemment ternes, naturellement ou par usure, quand, comme ceux du Brésil, ils ont été recueillis dans des rivières. Pour toutes ces formes, il a donné de copieux tableaux d'angles calculés et d'angles observés. Enfin dans de belles planches ont été représentées par le dessin leurs principales combinaisons.

Mais ce n'est pas tout, l'étude géométrique est insuffisante pour pénétrer la structure intime du quartz. Des Cloizeaux a fait appel à ses propriétés optiques. Il a examiné, en lumière polarisée parallèle ou convergente, des plaques épaisses, taillées perpendiculairement à l'axe optique, dans beaucoup des cristaux étudiés cristallographiquement. Il a pu ainsi scruter plus profondément la complexité des groupements, montrer que certains d'entre eux sont de simples associations à axes parallèles d'individus de même signe optique ou de signe contraire, alors que d'autres, tels ceux de l'améthyste du Brésil, constituent de véritables macles, régies par des lois déjà définies par G. Rose. Elles avaient été aussi mises en évidence par Leydolt, à l'aide d'une attaque à l'acide fluorhydrique, procédé dont Des Cloizeaux s'est servi comme moyen de contrôle. Enfin il a discuté la relation constante existant entre le sens du pouvoir rotatoire et celui des faces hémiedres.

Cette structure intérieure si complexe, il l'a fixée par la photographie et l'a fait reproduire en héliogravure; ce fut alors une innovation. Ce Mémoire eut un grand retentissement, aussi bien chez les physiciens que parmi les minéralogistes.

Cette façon exhaustive de traiter la Cristallographie du quartz était un prélude à la grande entreprise qu'a été la confection de l'ouvrage modestement appelé « Manuel de Minéralogie » et qui, pendant plus de 35 ans, a été pour Des Cloizeaux une préoccupation de tous les instants.

A l'origine, il avait eu seulement l'intention de traduire et d'adapter l'excellent manuel (*An elementary Introduction to Mineralogy*) de Phillips, complété par Brooke et Miller; il avait toujours sur sa table de travail un exemplaire de ce livre annoté par lui. Il y avait inscrit l'interprétation, en notation de Lévy, de toutes les formes signalées par Miller et, de sa fine écriture, il y ajoutait, au fur et à mesure de leur rencontre, des formes nouvelles, mais bientôt l'accessoire l'emportant sur le principal, il résolut d'écrire une œuvre personnelle.

Son effort principal a porté sur le point de vue cristallographique. Après avoir fait, pour chaque espèce minérale, l'inventaire de toutes les formes connues, donné les paramètres, il les a toutes portées sur une projection stéréographique, mode de représentation introduit en Cristallographie par Miller, puis, au lieu de se contenter de donner un ou deux angles caractéristiques pour les principales, il a entrepris l'établissement de tables angulaires de chacune d'elles, méthodiquement classées par zones; celles-ci étant énumérées dans un ordre constant. Chaque forme cristalline est ainsi caractérisée par des incidences d'autant plus nombreuses qu'elle appartient à un plus grand nombre de zones. Ces tables numériques, jointes aux projections, sont d'une utilité extrême pour l'étude cristallographique des minéraux. Des Cloizeaux a eu soin de mettre, en regard des angles calculés, ceux mesurés par ses prédécesseurs et par lui-même. Il attachait une grande importance à la comparaison du résultat des observations et du calcul pour mettre en évidence les variations angulaires que peut présenter une même espèce minérale, suivant ses gisements, par suite de variations dans sa composition chimique. Dans cette œuvre, il a si bien effacé sa personnalité qu'un examen superficiel pourrait la faire prendre pour une vaste compilation statistique, alors qu'il y a enfoui une somme prodigieuse de travail personnel dont on ne peut

se faire une idée, si l'on n'a pas eu en mains les éléments ayant servi à établir ses listes d'angles.

Ses projections stéréographiques constituent un modèle achevé du genre; celles consacrées au quartz, à la calcite, au système cubique, avec leurs multiples zones, noires de symboles, sont de véritables chefs-d'œuvre d'exécution; je conserve précieusement les originaux de ces épures, sur quoi la finesse du trait peut rivaliser avec celle de la gravure sur cuivre, elle-même supérieurement réalisée.

Le Manuel de A. Des Cloizeaux a profité de ses travaux sur l'optique des minéraux qui, pour la première fois, dans un livre de ce genre prenait la place de choix qui lui est due et qu'elle a conservée depuis.

Ma modeste collaboration à l'achèvement du dernier volume paru me permet de témoigner de la probité exceptionnelle de cet ouvrage; une fois son manuscrit livré à l'imprimerie, jusqu'à la dernière minute, Des Cloizeaux faisait des sondages pour vérifier ses calculs, multipliait les mesures, afin de les contrôler. Au grand dam de son éditeur, il réclamait d'innombrables épreuves et ne se laissait arracher un bon à tirer qu'avec une véritable anxiété.

Contrairement à bien des hommes de science acharnés au travail personnel, il avait une très vaste érudition, il dévorait avec avidité toutes les productions de la science qui lui était chère. On peut dire que la Minéralogie tout entière était enregistrée et méthodiquement classée dans son cerveau et qu'en particulier aucun détail de ce qu'il avait vu lui-même n'était oublié.

La lecture de la moindre note sur un minéral déjà traité dans son Manuel ou restant à publier, le poussait à en comparer les résultats avec les siens, que ce soit au point de vue de la Cristallographie ou de l'Optique, et si l'apparition de quelque donnée nouvelle ou contradictoire résultait de cet examen, toute affaire cessante, il reprenait lui-même la question. Il était comme l'esclave de tous les sujets une fois touchés par lui et bien peu, en Minéralogie, ont échappé à ses investigations.

Cette conscience toujours en éveil, cette curiosité jamais lassée expliquent le long intervalle, constamment accru, écoulé entre l'apparition de ses volumes, 1862 pour le premier, 1874 pour le second, 1892 pour le troisième et font comprendre pourquoi l'ouvrage est resté inachevé. Plus que la vie d'un homme eût été nécessaire pour venir à bout d'une telle tâche, avec une semblable méthode. Voilà la seule critique que je serais tenté de faire à mon vieux maître, si mon respect pour lui me le permettait. Encore que resté incomplet, le Manuel de Minéralogie, comprenant, d'ailleurs, les plus importantes des familles de minéraux et notamment les silicates, est resté le livre de chevet de tous ceux qu'intéresse la Minéralogie descriptive et nul n'a songé à entreprendre depuis lors un nouveau traité sur un tel plan.

Grâce à l'exemple donné dans ses mémoires et dans son livre, la notation cristallographique de Lévy, perfectionnement de celle d'Haüy, est devenue le système universellement adopté chez nous. Des Cloizeaux se plaisait à faire valoir sa grande commodité, ses avantages au point de vue descriptif, au point de vue du langage parlé et de l'inscription sur les figures des cristaux, non plus de signes conventionnels, mais de symboles simples ayant une signification analytique bien définie et se suffisant à eux-mêmes. Il employait aussi le système d'axes cristallographiques de Lévy, car il lui reconnaissait le grand avantage de donner une représentation objective de la forme primitive du cristal, en permettant de choisir pour celle-ci des faces fréquemment réalisées dans la nature ou possédant quelque propriété physique importante, des clivages, par exemple. Il était, par ailleurs, grand admirateur de Miller et de son système.

Je voudrais signaler enfin, que notre confrère ne s'est pas intéressé seulement aux formes cristallines des minéraux; toute matière cristallisée avait de l'importance à ses yeux et il a publié de nombreuses études sur des sels de la Chimie, notamment sur des tartrates, sur le silicium et le magnésium. Lorsque Lamy eut découvert le thallium, ce fut Des Cloizeaux qui entreprit, et mena à bien, la description cristallographique de tous les sels du nouveau métal obtenus par le chimiste lillois.

*
* *

Les travaux cristallographiques de A. Des Cloizeaux, quelle que soit leur importance, ne constituent pas la partie cardinale de son œuvre; celle-ci est consacrée aux propriétés optiques des corps cristallisés.

Pour apprécier avec équité son importance, il faut se reporter au point où en était la science lorsqu'il aborda cette question. Son premier mémoire spécial date de 1855 et, à partir de cette époque, il ne toucha plus à un minéral transparent ou translucide sans se préoccuper de son optique.

A la fin de la première moitié du siècle dernier, l'étude des phénomènes optiques des corps cristallisés sortait à peine des laboratoires de physique, où, d'ailleurs, elle était encore embryonnaire; nous avons vu, il y a un instant, que, dans son *Traité de Minéralogie*, Beudant ne la considérait encore que d'un point de vue qualitatif. Des Cloizeaux m'a raconté bien souvent ses premières expériences, effectuées sous la direction de Biot, pour la mesure des angles d'extinction des clivages du gypse, sans microscope, par rotation d'une large lame entre deux nicols placés aux extrémités d'un tube incliné. Les microscopes d'Amici et de Nörremberg firent ensuite leur apparition; le premier instrument utilisé par Des Cloizeaux, construit à l'aide de lentilles taillées par Amici lui-même, est conservé au Muséum comme une précieuse relique. Combien sont loin de cette pesante machine les élégants et délicats instruments dont se servent aujourd'hui les débutants de nos laboratoires!

Nul alors parmi les minéralogistes, sauf de Senarmont, trop tôt enlevé à la science, ne se doutait de l'importance qu'allaient prendre les propriétés optiques dans l'étude des minéraux et Marignac, ami de jeunesse de A. Des Cloizeaux, lui écrivait dans la période de tâtonnements préliminaires de ses premiers mémoires, des lettres, où le célèbre chimiste et cristallographe genevois le raillait affectueusement de son entêtement dans une semblable voie.

Aux prises avec de multiples difficultés, mais animé de cette foi, de cette persévérance qui étaient parmi ses qualités maîtresses, Des Cloizeaux sut trouver de grandes ressources dans son esprit ingénieux et inventif. Entre ses mains, le microscope de Nörremberg, construit sur ses indications par Soleil, prend une forme nouvelle; son champ augmente, permettant ainsi d'observer les phénomènes optiques avec des plaques de dimensions relativement faibles; les limites d'observation, jusqu'à ce moment très restreintes, s'élargissent. Des Cloizeaux voit nettement devant lui une source presque illimitée de recherches, et c'est alors qu'il fait le rêve enthousiaste de déterminer les propriétés optiques de tous les corps transparents, en étendant ses investigations au delà des limites habituelles à la plupart des minéralogistes de son temps, effaçant les factices barrières limitant leurs observations aux seuls corps naturels et il annexe à la Minéralogie tous les sels de la Chimie. Il se met à l'œuvre avec cette belle ardeur qui ne devait s'éteindre qu'avec la vie.

A l'ancien procédé de mesure de l'écartement des axes optiques par rotation, autour de l'axe d'un goniomètre de Wollaston, de lames taillées normalement aux bissectrices, il substitue son microscope horizontal, encore en usage aujourd'hui, le disposant pour les mesures dans l'air ou bien dans un liquide approprié, quand l'écartement des axes est très grand; enfin il l'adapte pour des mesures à températures relativement élevées.

Jusqu'alors la recherche de la dispersion était faite uniquement par la mesure directe de l'écartement des axes optiques pour diverses lumières monochromatiques. Plusieurs physiciens, Nörremberg, Neumann, Herschel et plus récemment de Senarmont avaient constaté des variétés dans la disposition des couleurs des anneaux présentés par les cristaux biaxes taillés perpendiculairement aux bissectrices. Des Cloizeaux s'empara de ces remarques, montra leur généralité, les systématisa et mit en lumière leur importance pour la détermination du système cristallin.

Il étudia la distribution des couleurs dans les lemniscates et les

anneaux des lames des cristaux orthorhombiques, suivant le sens de la dispersion de leurs axes optiques. Dans les substances monocliniques, il définit, en outre, les dispersions *inclivée*, *tournante*, ou *croisée* des bissectrices, en relation avec la position de ces dernières par rapport au plan de symétrie. Enfin, dans les substances tricliniques, il chercha les mélanges de ces diverses dispersions.

Ce nouveau procédé d'investigation prit entre ses mains une grande importance; il le maniait, du reste, avec une habileté incomparable; son œil percevait dans une figure donnée par la lumière convergente des nuances surprenant un observateur moins exercé. Les déductions qu'il en tirait pour la détermination du système cristallin des corps, et qu'il cherchait, d'ailleurs, toujours à vérifier par d'autres propriétés, était rarement en défaut; il s'en est servi, en particulier, pour démontrer l'existence de termes orthorhombiques dans les familles des épidotes, des pyroxènes, des amphiboles, des humites.

Enfin, pour terminer l'énumération des méthodes que la science minéralogique doit à Des Cloizeaux, il me reste à rappeler ses formules permettant de calculer l'indice moyen de réfraction et l'écartement réel des axes optiques des substances biaxes, en fonction de leur angle apparent, mesuré autour de chacune des bissectrices.

L'âge n'avait affaibli en rien son enthousiasme pour les recherches d'un genre nouveau; lorsque les perfectionnements apportés par les pétrographes aux anciens appareils vinrent transformer les procédés d'investigation utilisant uniquement des lames épaisses, jusqu'alors pratiqués par lui, lorsque surtout Émile Bertrand eut construit un microscope destiné à l'examen des lames minces des cristaux, l'on vit Des Cloizeaux abandonner l'instrument de ses anciennes et fructueuses recherches, et se remettre au travail avec une ardeur juvénile, reprenant son tour d'opticien, pour amincir les préparations de cristaux étudiés depuis 25 ans, les examinant à nouveau, en quelques années, avec le nouveau microscope, complétant ses premières descriptions, s'acharnant sur les substances non interprétées. Ainsi a été donné à son entourage un entraînant et vivifiant exemple.

Là encore il m'est impossible de passer en revue, même brièvement, tous les sujets particuliers traités par lui, je me contenterai de donner une idée de trois grands mémoires publiés en 1857, 1858 et 1867 dans les *Annales des Mines* et dans le *Recueil des Savants étrangers*, car ils renferment le résultat de ses recherches principales et permettent de suivre le progrès de ses méthodes. Il y passe en revue d'une façon plus ou moins complète les propriétés optiques de près de 500 minéraux ou sels, bilan complet de ce qu'il avait pu étudier à ce point de vue au moment de leur publication.

Dans le mémoire de 1857, (thèse de doctorat ès sciences physiques), est particulièrement étudié le signe optique des substances biréfringentes, et démontrée son importance pour leur distinction. Sous l'influence d'un récent travail de H. de Senarmont consacré aux propriétés optiques des corps isomorphes, Des Cloizeaux insiste sur ce que les termes d'une même série peuvent avoir des signes optiques différents. D'autre part, frappé par la découverte de types optiquement positifs et d'autres négatifs dans l'apophyllite, la pennine, le clinocllore, l'eudialyte (eucolite), il définit l'espèce minérale, telle qu'il la comprendra désormais, c'est-à-dire comme la réunion des individus dont tous les caractères chimiques et optiques sont semblables, alors que le groupe ou la famille se compose de la réunion des individus ayant la même forme cristalline, mais dont la composition chimique offre des variations soumises aux lois de l'isomorphisme et dont les propriétés optiques peuvent se manifester par des signes contraires.

Le mémoire de 1858 apporte un grand progrès dans les méthodes, il inaugure l'utilisation des caractères tirés de la dispersion. Dans un travail, publié en 1864, notre confrère est revenu avec plus de détails sur ce dernier sujet et a donné la description circonstanciée de l'ensemble de méthodes employées par lui en optique.

Enfin la publication de 1867 est consacrée non seulement à la suite des recherches précédentes, mais encore à un travail poursuivi pendant plusieurs années sur les variations de l'écartement des axes optiques sous l'influence de la chaleur.

Des modifications temporaires de leur écartement et de leur position étaient connues dans deux minéraux hydratés, le gypse et la glaubérite. Des Cloizeaux découvrit que l'orthose, minéral anhydre, possède cette même propriété. En chauffant une lame taillée perpendiculairement à la bissectrice de l'angle aigu de ses axes optiques, il vit ceux-ci, disposés tout d'abord normalement au plan de symétrie, se resserrer, se réunir, puis s'ouvrir dans un plan perpendiculaire au premier. Tant que l'échauffement ne dépasse pas 400° C., le phénomène est réversible, mais si la température a été poussée jusqu'à 7 ou 800° C., la modification devient permanente. Cette observation présentait d'autant plus d'intérêt que, dans certains gisements volcaniques, l'orthose possède le second mode de disposition du plan des axes optiques (orthose déformée) et que l'on peut, par suite, tirer de cette propriété des conclusions sur la température de formation des roches, ou sur la température à laquelle elles ont pu être portées postérieurement.

En possession de ces résultats, Des Cloizeaux se hâta d'essayer l'action de la chaleur sur tous les corps précédemment étudiés. Il ne retrouva des phénomènes identiques à ceux présentés par l'orthose que dans trois minéraux, la brookite, la cymophane et la zoïsite, mais dans un très grand nombre de cristaux biaxes, il rencontra des variations réversibles; l'angle des axes optiques de beaucoup de substances orthorhombiques varie sous l'influence de la chaleur dans des proportions plus ou moins grandes qu'il détermina. Dans les minéraux monocliniques, il constata, en outre, pour quelques-uns d'entre eux, des variations dans la position des deux indices compris dans le plan de symétrie. Quant aux minéraux tricliniques, ils ne lui fournirent aucune modification appréciable.

L'étude de la polarisation rotatoire, abordée du point de vue expérimental, fut pour Des Cloizeaux une source de découvertes de valeur. C'est ainsi que, le premier, il constata le pouvoir rotatoire du cinabre, dix-sept fois plus considérable que celui du quartz; il fit voir que le sulfate de strychnine possède le pouvoir rotatoire, à la fois dans ses cristaux et dans ses dissolutions, ce fut le premier exemple de cette

propriété; il montra encore que, par contre, le benzyle n'est doué du pouvoir rotatoire que dans ses cristaux et les camphres seulement dans leur dissolution.

J'arrive enfin à une longue série de recherches, dont s'est occupé Des Cloizeaux pendant plus de vingt ans; je veux parler de celles consacrées aux feldspaths. Ces minéraux ont une capitale importance, en raison de leur rôle dans la constitution de la plupart des roches éruptives et métamorphiques; leur connaissance est à la base de tous les systèmes de classification pétrographique, ainsi peut s'expliquer l'intérêt passionné que leur a porté Des Cloizeaux.

Je viens de rappeler à quelle découverte l'avait conduit l'étude de l'orthose. Poursuivant l'examen microscopique de ce minéral en lumière polarisée parallèle, il vit qu'un grand nombre de cristaux de feldspaths potassiques n'étaient pas monocliniques, mais tricliniques, avec forme limite monoclinique; il démêla les macles polysynthétiques caractéristiques et les constantes optiques de ce feldspath qu'il appela *microcline*; à l'inverse de celles de l'orthose, ses propriétés optiques présentent une remarquable stabilité à toutes températures. Ce fut un véritable triomphe pour ses délicates méthodes que la découverte d'une espèce nouvelle dans un groupe de minéraux aussi connu et aussi abondant que celui des feldspaths potassiques, sur quoi le dernier mot semblait dit depuis longtemps.

C'est encore à Des Cloizeaux que sont dues les premières notions sur les propriétés optiques des feldspaths tricliniques: la détermination de celles des types calcosodiques, des plagioclases, présentait de nombreuses difficultés, non seulement à cause de leur système cristallin, mais encore, en raison de la rareté des cristaux de plusieurs d'entre eux, et de leurs faibles dimensions habituelles. Après avoir établi les propriétés optiques de tous les plagioclases aussi exactement que le permettaient les méthodes employées et l'état des échantillons connus de son temps, il s'est surtout attaché aux types les plus riches en silice, de l'albite à l'andésine; il a eu la satisfaction

de voir un de ses confrères, F. Fouqué, continuer son œuvre pour les plagioclases basiques.

Les données de A. Des Cloizeaux ont permis à A. Michel-Lévy de construire, en 1875, les courbes des extinctions en zones des plagioclases; elles ont fourni à Mallard les bases de son mémoire sur la loi de Tschermak. Aimant peu les théories, ainsi que je l'ai fait remarquer déjà, et moins encore les controverses, Des Cloizeaux s'est tenu presque à l'écart des discussions soulevées par cette loi célèbre, s'applaudissant toutefois des progrès qu'elle faisait faire à la connaissance des feldspaths et de la part prise par ses disciples dans ce long débat.

*
* *

Bien qu'il ait déterminé les propriétés optiques de la plupart des minéraux constitutifs des roches, Des Cloizeaux a laissé aux pétrographes le soin d'appliquer ses données à l'étude des roches elles-mêmes. Il a fait seulement une exception en faveur des roches désignées sous les noms d'euphotide, de gabbro et d'hypérite. En passant en revue des échantillons provenant de tous les gisements connus de son temps, il a montré que l'examen des propriétés de leurs pyroxènes permettait de les diviser en deux types caractérisés, l'un par le diallage — il l'a désigné sous le nom de diallagite, — l'autre, par l'hypersthène, — il lui a réservé le nom d'hypérite. Ce sont respectivement les gabbros et les norites des nomenclatures actuelles.

Il a constaté aussi l'existence d'un pyroxène dans les roches péridotiques de l'Oural, au milieu de quoi Daubrée venait de signaler le platine natif.

A ce même ordre de recherches, je rapporterai un travail sur les météorites d'Orgueil. Le 14 mai 1864, les environs de cette localité, située dans le Tarn-et-Garonne, ont été le théâtre d'un phénomène fort rare, la chute d'un essaim de météorites. Celles-ci étaient d'une nature spéciale, comparable à celle de la pierre tombée le 15 mars 1806, aux environs d'Alais, dans le Gard.

Les aérolithes d'Orgueil sont noirs, extraordinairement friables.

Comme la plupart des météorites pierreuses, ils sont riches en péri-dot, et contiennent du fer nickélé métallique et un sulfure de fer (pyrrhotite), mais ils renferment en outre, et c'est là leur caractéristique, près de 13 pour 100 d'une matière carbonée. Cette matière a fait l'objet d'études chimiques de M. Berthelot et de S. Cloëz ; son analogie avec les matières humiques est incontestable, mais l'absence de toute trace d'organismes et son cortège de minéraux ne permettent pas d'admettre pour elle une origine organique.

La difficulté d'interprétation de la genèse d'une telle roche est encore augmentée par la découverte faite par Des Cloizeaux de minuscules cristaux d'un carbonate de magnésium et de fer, semblable à la breunérite terrestre. On ne connaît pas d'autre cas d'existence d'un carbonate dans une météorite.

*
* *

La seule incursion faite par Des Cloizeaux sur les frontières de la Minéralogie, proprement dite, date de sa jeunesse. Ses voyages en Islande lui ont fourni l'occasion d'intéressantes observations de Physique du globe.

Dans sa première expédition, il avait étudié les geysers, surtout en minéralogiste, examinant avec soin les formations de silice colloïdale, variété d'opale, désignée sous le nom de geysérite, aux formes concrétionnées des plus compliquées. Il avait étudié encore la silicification de végétaux au voisinage des geysers, effectué quelques mesures de température de l'eau de ceux-ci, mais c'est en 1846 que, muni de thermomètres à renversement de précision, à lui confiés par Regnault, il fit, en collaboration avec R. Bunsen, une série de déterminations précises de la température des eaux du Grand Geysir et du Strokkur, déterminations effectuées avant, pendant et après les éruptions et à différentes profondeurs dans la cheminée de ces geysers. Une description détaillée de ceux-ci a été donnée, qui permet aujourd'hui d'apprécier les variations dans le temps de ces curieux appareils post-volcaniques.

Il fit aussi quelques dosages chimiques sur place, mais surtout une ample récolte d'eau des geysers; son ami Damour a pu ainsi en donner des analyses détaillées, plus complètes que celles effectuées jusqu'alors.

Sans doute en souvenir de ces recherches de jeunesse, bien plus tard, Des Cloizeaux a étudié les dépôts siliceux de Saint-Nectaire dans le Puy-de-Dôme, où, à côté des sources thermales incrustantes calcaires bien connues, en sourdent d'autres ayant, les unes, construit un amas d'opale reposant sur des sables et épigénisant complètement des roseaux, les autres, rempli dans le granite des filonnets d'opale forchérite, colorée en jaune très éclatant par une petite quantité de sulfure d'arsenic (orpiment); ces différentes variétés de silice colloïdale renferment des Diatomées.

Des Cloizeaux a donné enfin une intéressante description des coulées de l'Hekla. Sa visite à ce volcan a été faite à une époque privilégiée. Depuis 1767, le grand volcan islandais était assoupi et recouvert par une calotte de neige et de glace. Le 2 septembre 1845, se produisit soudain une violente éruption explosive. Toute l'île fut saupoudrée de cendres; elles furent transportées jusqu'aux Shetland et aux Orcades où, pendant son voyage de retour, notre confrère constata leur existence, sans se douter de leur origine, puis les phénomènes explosifs cessèrent bientôt pour faire place à un violent épanchement de lave et celui-ci se prolongea jusqu'au milieu de décembre; après un arrêt assez court, il reprit en janvier 1846, pour s'arrêter définitivement au mois de mars. La montagne étant inaccessible pendant l'hiver, cette éruption n'avait pas eu de témoin direct.

Lorsque, le 18 juillet 1846, Des Cloizeaux, Bunsen et Sartorius de Waltershausen arrivèrent à son pied, les laves étaient refroidies, ils durent donc se contenter d'étudier les résultats de l'éruption et ses dernières fumerolles. L'ascension du sommet de l'Hekla et la mesure de son altitude permirent tout d'abord de constater que les explosions lui avaient fait perdre au moins 100^m de hauteur par rapport à la valeur

fournie par une triangulation danoise datant de peu d'années.

L'éruption s'était faite par quatre cratères distribués le long d'une fente radiale, le plus élevé se trouvant au sommet de la montagne, le plus bas à environ 200^m plus bas. Du cratère inférieur, supportant un amas de blocs, était partie une coulée de lave descendue sur les pentes de la montagne, à la surface de la neige, sur une longueur de 15 à 16^{km}, avec une largeur moyenne d'environ 2^{km} et une épaisseur de 15 à 20^m. Cette vaste surface lavique n'était nulle part continue, sa surface consistait en blocs entassés; elle était bordée par des moraines latérales et creusée, dans sa partie médiane, de sillons parallèles, profonds de 5 à 6^m.

Cette lave en blocs, à facies basaltique, n'avait pas la texture scoriacée habituelle à ce genre de coulée; elle était compacte, passablement vitreuse. Quelques portions scoriacées s'observaient seulement sur les moraines ou à la surface de quelques blocs. Cette description rappelle celle des coulées andésitiques plutôt que celles des basaltiques, et sans doute il faut en chercher les causes dans le rapide refroidissement du magma sous l'influence des conditions particulières de l'épanchement à la surface de la neige pendant le dur hiver islandais.

De ces cratères, se dégageaient encore des vapeurs d'anhydride sulfureux, avec dépôt de soufre, fondu ou cristallisé, suivant la température des fumerolles considérées. Dans les sillons de la coulée, la température était moins élevée et différente, la composition des émanations; elles fournissaient surtout de la vapeur d'eau et des sublimations de sel ammoniac (salmiac), généralement très pur. Des Cloizeaux déclare que leur abondance était telle qu'il eût été possible de les exploiter industriellement, si elles ne s'étaient trouvées en un tel désert.

*
* *

Arrivé au terme de cette étude, il me reste à conclure.

Des Cloizeaux a été essentiellement un cristallographe, à la fois physicien et naturaliste.

Dès sa jeunesse, il s'était proposé de dénombrer *toutes* les formes cristallines de *tous* les minéraux connus de son temps, et plus tard d'établir les propriétés optiques de *tous* les minéraux transparents. Rien ne l'a rebuté dans le défrichage de ce champ immense, parsemé d'épines, et dont certaines parties étaient inexplorées. Il a atteint son but. Il a édifié une œuvre volontairement circonscrite, mais cependant vaste, solide, durable, parce qu'elle n'est faite que de science et de conscience.

Il était dédaigneux de la popularité, aussi celle-ci n'est-elle pas venue le trouver. La vulgarisation de ses travaux lui importait peu. Modeste et dépourvu d'ambition, il a travaillé uniquement pour l'amour de la science, sans rien souhaiter de plus.

Il a été l'un de ceux, on pourrait presque dire il a été celui, aux efforts duquel est dû l'octroi définitif du droit de cité à l'Optique des cristaux dans la science minéralogique, dont elle constitue aujourd'hui l'une des branches les plus brillantes et les plus fécondes. Pour ce genre de recherches, il a fourni quelques-unes des premières méthodes, quelques-uns des premiers instruments, la plus grande partie des premières données précises. Sans doute, tout cela a été complété, perfectionné, depuis lors, mais on ne doit pas oublier que son œuvre reste l'une des pierres angulaires d'un bel édifice. C'est ainsi que lorsque fut instaurée l'étude des roches en lames minces, les initiateurs de la pétrographie microscopique trouvèrent à point, dans les travaux de Des Cloizeaux, les constantes optiques qui leur ont servi de point de départ et ont rendu possible l'épanouissement si rapide de la science nouvelle.

Les Académies se doivent de garder pieusement le souvenir des hommes qui les ont honorées, elles et la science, d'une façon aussi parfaite et aussi complètement désintéressée.



BIBLIOGRAPHIE

Abréviations.

<i>A. C.</i>	Annales de Chimie.
<i>A. C. P.</i>	Annales de Chimie et de Physique.
<i>A. F. A. S.</i>	Association française pour l'avancement des sciences.
<i>A. J. S.</i>	American Journal of Science.
<i>A. M.</i>	Annales des Mines.
<i>A. Museum</i>	Annales de Muséum d'histoire naturelle.
<i>B. S.</i>	Bulletin des sciences publié par la Société philomatique de Paris.
<i>B. S. E.</i>	Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.
<i>B. S. G.</i>	Bulletin de la Société géologique de France.
<i>B. S. M.</i>	Bulletin de la Société minéralogique de France (puis Société française de Minéralogie).
<i>B. S. P.</i>	Bulletin de la Société philomatique de Paris.
<i>C. R.</i>	Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences.
<i>J. M.</i>	Journal des Mines.
<i>J. P.</i>	Journal de Physique, de l'abbé Rozier.
<i>M. A.</i>	Mémoires d'agriculture, d'économie rurale et domestique, publiés par la Société d'agriculture du département de la Seine.
<i>N. B. S.</i>	Nouveau Bulletin des sciences, publié par la Société philomatique de Paris.
<i>N. J. M.</i>	Neues Jahrbuch für Mineralogie.
<i>Pogg. Ann</i>	Annalen der Physik und Chemie.
<i>Proceed. R. S.</i>	Proceedings of the Royal Society of London.
<i>Phil. Magaz</i>	Philosophical Magazine. London.
<i>Phil. Trans.</i>	Transactions of the Royal Society of London.
<i>Verh. russ. min. Ges.</i>	Verhandlungen der russisch-kaiserlichen mineralogischen Gesell. zu Saint-Petersburg.
<i>Z. d. d. geol. Ges.</i>	Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE
DES
TRAVAUX DE GILLET DE LAUMONT

I. — MINÉRALOGIE.

1. 1786. Lettre de M. Laumont à M. de la Métherie sur un nouveau procédé de retirer l'acide phosphorique de certaines mines de plomb (*J. P.*, XXVIII, 316).
2. — Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie royale des Sciences sur la description de plusieurs filons métalliques de Bretagne, et l'analyse de quelques substances nouvelles (*J. P.*, XXVIII, 366-387).
3. 1791. Note sur une substance jaune, transparente, cristallisée en octaèdre, annoncée pour être du succin, lue à la Société des Naturalistes le 14 octobre 1791 (*A. C.*, XI, 308-314; *J. P.*, XXXIX, 370-374).
4. 1792. Observations sur quelques propriétés des pierres calcaires, relativement à leur effervescence et leur phosphorescence, lues à la Société des Naturalistes de Paris, le 9 septembre 1791 (*J. P.*, XL, 97-101).
5. 1793-1794. Mémoire sur la source des Caves de savoniers (sic pour « de Savonnières »), près Tours, tenant en dissolution de la chaux native, et formant des dépôts analogues à ceux des Bains de Saint-Philippe en Toscane, découverte par Gillet-Laumont (*B. S.*, I, 1^{re} partie, 43-44; *J. P.*, XLIV, 200-202).
6. 1794. Observation sur l'oxyde de manganèse, connu dans le commerce sous le nom de « pierre de Périgueux » (*B. S.*, I, 1^{re} partie, 72-73).
7. 1795. Observations sur la source de muriate de soude de Saltzbrunn (*J. M.*, III, n° XIII, 39-42).
8. 1796. Observations sur plusieurs produits siliceux soupçonnés dus à une conversion de la chaux en silice (*J. M.*, V, 491-494).
9. 1797. Observations sur la chaux carbonatée compacte (*J. M.*, V, 487-490).
10. — Extrait d'un Mémoire du citoyen Jolivet, sur la fabrication des pierres à fusil dans les départements de l'Indre et de Loir-et-Cher (*J. M.*, VI, 713-722).
11. — Description d'un feldspath rougeâtre du Hartz, ayant les propriétés de l'aimant (*B. S.*, I, 2^e partie, 51-52).
12. — Pierre calcaire coquillière trouvée par Gillet-Laumont au haut des monts Pyrénées (*B. S.*, I, 2^e partie, 58).
13. 1798. Note sur la strontiane sulfatée de Sicile (*B. S.*, I, 2^e partie, 90-91).

14. 1799. Observations géologiques sur le gisement et la forme des replis successifs que l'on remarque dans certaines couches de substances minérales et particulièrement des mines de houille, suivies de conjectures sur leur origine (*J. M.*, IX, 449-454; *Mém. Soc. hist. nat. de Paris*, an VII, 147-152).
15. — Description d'un groupe de cristaux de chaux carbonatée triforme, présentant la disposition des molécules qui composent ces cristaux (*J. M.*, IX, 455-458; *Mém. Soc. hist. nat. de Paris*, an VII, 167-172).
16. 1801. Extrait d'une Note sur une découverte d'émeraudes faite en France par le C^{on} Le Lièvre, lue en la séance de l'Institut du 1^{er} thermidor an IX (*J. M.*, X, 641-645).
17. — Note sur la découverte des émeraudes en France (*B. S.*, III, 51).
18. — Extrait d'une Note sur une conversion très prompte d'un minéral d'argent muriaté en argent natif par le seul contact de quelques morceaux de fer ou de zinc, lue à la séance de l'Institut National en pluviôse an 8 (*J. M.*, X, 719-722).
19. — Rapport fait à la Conférence des Mines sur la reprise des anciens travaux des mines de plomb argentifère de la Croix-aux-Mines, département des Vosges (*en collaboration avec Lenoir*) (*J. M.*, X, 727-762, pl. 1).
- 19^{bis}. — Note sur le gisement du fer chromaté (de Gassin, rade de Cavalaire) (*B. S.*, III, 69).
20. 1802. Rapport de Gillet de Laumont et de Ramond au sujet d'un Mémoire de Cressac et Champeaux sur une nouvelle variété d'épidote (*Procès-verbaux Académie sciences*, II, 486-487).
21. — Observations sur le gisement des principales substances qui se trouvent dans le département de la Seine, et sur leur utilité dans l'agriculture et les arts (*M. A.*, IV, an X, 340-423).
22. 1803. Note sur la double réfraction de la Télésie (*J. M.*, XIV, 29-32).
23. 1804. Rapport fait à la Société [d'agriculture du département de la Seine] sur une lettre du Préfet du département de la Seine, relative à l'exploitation des tourbières de la vallée d'Essonne, proposée par le citoyen *** , pour l'approvisionnement de Paris, *M. A.*, VI, an XII, 162-193).
24. 1805. Rapport sur un Mémoire de M. Thomas, relatif à l'emploi de la houille pour le chauffage domestique (*B. S. E.*, IV, 52-56).
25. — Rapport sur une Notice de M. Ducouëdic, relative à l'exploitation des tourbières et à l'art de les créer (*B. S. E.*, IV, 96-104).
26. 1808. Notice sur les aérolithes de Weston (*J. M.*, XXIII, 142-144).
27. — Note sur un nouveau minéral de fer piciforme, ou fer sulfaté avec excès de base (*J. M.*, XXIII, 221-224).
28. — Découverte de laves porphyritiques, avec parties bleues et rouges, dans les monts d'Or et au Cantal (*J. M.*, XXIII, 303-312).
29. — Note sur un oxyde naturel vert de chrome (*J. M.*, XXIV, 269-270).
30. 1811. Sur deux nouvelles substances minérales (sodalite et allanite) et sur l'alumine fluatée alcaline (*N. B. S.*, II, 277-278).
31. 1812. Voyage à Genève et dans la vallée de Chamouni en Savoie, par P. X. Leschevin. Extrait par Gillet de Laumont (*J. M.*, XXXII, 187-198).
32. 1813. Observations sur les schistes bitumineux, sur les bitumes ou matières bitumineuses, et sur les grès psammites, cités dans les Mémoires de M. Leschevin (*J. M.*, XXXIII, 46-52).
33. — Catalogue des 8 collections qui composent le Musée minéralogique de M. Et. de Drée. Extrait par Gillet de Laumont (*J. M.*, XXXIV, 99-104).

34. — Notice sur les gisements du granit et du porphyre globuleux, trouvés en Corse par M. Mathieu, rédigée d'après les manuscrits de cet officier par Gillet de Laumont (*J. M.*, XXXIV, 105-116).
35. Observations sur l'origine des tuyaux ou puits naturels, qui traversent les boues calcaires de la colline de Saint-Pierre, près Maëstricht (*J. M.*, XXXIV, 202-208).
36. 1815. Notice sur des agates présentant par une disposition artificielle, l'aspect de corps organisés (*B. S. E.*, XIV, 220-221; *J. M.*, XXXVIII, 97-98).
37. — Note sur un aérolithe tombé en Moravie et sur une masse de fer natif tombée en Bohême (*B. S. E.*, XIV, 221-222; *J. M.*, XXXVIII, 232-237).
38. 1816. Extrait d'un rapport fait par M. Gillet de Laumont sur les ardoises de Fumay, département des Ardennes (*B. S. E.*, XV, p. 189-193).
39. — Note sur un aérolithe tombé aux environs de Langres (Haute-Marne (*A. M.*, I, 491-492).
40. 1817. Lettre de M. Gillet de Laumont au rédacteurs des *Annales de Chimie* sur le lithion (*A. M.* (2), VII, 313-314).
41. 1818. Alkali nouveau découvert dans le pétalite de la mine d'Uto, en Suède (*J. P.*, LXXXVI, 162-163).
42. — Sur la découverte du lithion dans le triphane. Lettre de M. Gillet de Laumont à M. de Blainville (*J. P.*, LXXXVI, 250-251).
43. — Note sur le pétalite (*A. M.*, III, 123-125).
44. — Note sur le triphane (*A. M.*, III, 125-126; *J. P.*, LXXXVI, 389).
45. — Note sur l'albite (*A. M.*, III, 126; *J. P.*, LXXXVI, 389-390).
46. — Note sur le cadmium, nouveau métal extrait des préparations d'oxyde de zinc (*A. M.*, III, 235-238; *B. S. E.*, XVII, 179-180).
47. 1819. Extrait du rapport fait au Conseil général des mines, le 11 mai 1819, sur les mines de la Bénardière (*A. M.*, IV, 223-236).
48. 1820. Note sur un moyen facile de reconnaître la présence du sélénium dans les minéraux, d'après M. Berzélius, 1 pl. (*A. M.*, V, 507-510).

II. — HORTICULTURE.

49. 1823. Note sur la germination particulière des graines du *Phormium tenax* ou lin de la Nouvelle-Zélande, en France, et sur quelques essais des produits de cette plante (*B. S. E.*, XXII, 190-192).
50. — Nouveaux détails sur la possibilité d'acclimater en France le *Phormium tenax* ou lin de la Nouvelle-Zélande (*B. S. E.*, XXII, 332-336).
51. 1824. Note sur la fructification du *Phormium tenax* ou lin de de la Nouvelle-Zélande, à Cherbourg et à Toulon : sur la germination particulière de ces graines et leur culture (janvier 1824, Paris, Imprimerie de M^{me} Huzard, in-8°, de 8 pages).
52. 1833. Note de l'Epicea Bosc (*Ann. Soc. d'Horticulture de Paris*, XIII, 296).
53. 1834. Note sur une variété de Châtaigner dit à bois (*Ibid.*, XIV, 360).

III. — NOTICES NÉCROLOGIQUES.

54. 1815. Notice sur la vie et les ouvrages de M. Lefebvre d'Hellancourt, inspecteur-général des mines (*J. M.*, XXXVIII, 460-464).
55. 1816. Discours prononcé aux funérailles de M. Duhamel le 21 février 1816, Institut de France (Didot, 4 pages, in-4°).
Gillet de Laumont a publié en outre (*Journal*, puis, *Annales des Mines. Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*) de nombreux rapports sur des questions industrielles.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

DES

TRAVAUX DU C^{TE} DE BOURNON

1. 1784. Aperçu sur la minéralogie du Dauphiné (*J. P.*, XXIV, 200-213).
2. — Lettre écrite par M. de Bournon... à M. Schreiber, en réponse à ses observations sur l'« Aperçu de la minéralogie du Dauphiné » (*J. P.*, XXIV, 430-437).
3. 1785. Essai sur la lithologie des environs de Saint-Étienne-en-Forez, et sur l'origine de ses charbons de pierre, avec des observations sur les Silex, Pétersilex, Jaspes et Granits, 1785, in 8° XVIII-104 pages.
4. 1787. Lettre de M. de Bournon à M. de La Métherie (sur différents objets de minéralogie) (*J. P.*, XXX, 370-391).
5. 1789. Lettre de M. de Bournon à M. de La Métherie, sur le spath adamantin et l'adulaire (*J. P.*, XXXIV, 451-457).
6. — Mémoire sur le pechstein et l'hydrophane (*J. P.*, XXXV, 19-29).
7. — Extrait d'une lettre de M. de Bournon à M. Romé de l'Isle (sur des cristallisations, sur le granit, sur le basalte) (*J. P.*, XXXV, 153-157).
8. 1798. An analytical description of the crystalline forms of corundum, from the East Indies and from China (*Phil. Trans.*, 1798, 428-448, 1 pl.).
(Ce Mémoire est compris dans celui de Charles Greville, intitulé : « On the corundum stone from Asia » (*Phil. Trans.*, 1798, 403-448, 1 pl.).
9. 1801. Description of the arseniates of copper, and of iron, from the county of Cornwall (*Phil. Trans.*, 1801, 169-192).
10. — Mémoire sur les arsénates de cuivre et de fer du comté de Cornouailles (*J. M.*, XI, 35-62).
11. 1802. Description de l'arséniate de cuivre et de fer, lue devant la Société royale de Londres, le 19 février 1801 (*J. P.*, LIV, 299-312).
12. — Experiments and observations on certain stony and metalline substances which at different times are said to have fallen on the earth; also on various kinds of native iron, by Edward Howard. (*Phil. Trans.*, 1802, p. 168-212).
p. 180-186 : Mineralogical description of the various stones said to have fallen upon the earth, by the Count de Bournon;
p. 203-210 : Description of various kinds of native iron, by the Count de Bournon.
— Extrait ou traduction de ce Mémoire [*A. C. P.*, (1), XLIII, 77-85; 225-252. 253-262; *J. M.*, XIII, 11-31, 81-91.

12. 1802. *J. P.*, LV, 363-367, 370-376. *B. S.*, III, 139-140, 153-156, 164].
13. — Description of the corundum stone and its varieties, commonly known by the names of oriental ruby, sapphire, etc., with observations on some other mineral substances, avec 4 planches (*Phil. Trans.*, 1802, 233-326; *Neues Bergmännisches Journal*, III, 160-208).
14. — Sur l'identité spécifique du corindon et de la télésie. Extrait d'un Mémoire intitulé : « Description on the corundum stone and its varieties, etc. » (*J. M.*, XIV, 1-28, 81-105).
15. — Description of the crystalline forms of the anhydrous sulphate of lime, with some observations on this substance (*Journal of natural Philosophy, Nicholson*, II, 190-195).
16. — Description des formes cristallines du sulfate de chaux anhydre, avec quelques observations sur cette substance (*J. M.*, XIII, 345-354).
17. — Observations on the phosphorescence of the tremolite, and of the calcareous carbonate of slow solution, known by the name of dolomie (*Journal of natural Philosophy, Nicholson*, II, 290-296; *Neues allgemeines Journal der Chemie*, I, 365-371, *J. M.*, XIII, I-IV).
18. — Description des formes cristallines de la sahlite, (*J. M.*, XIII, 108-112, 1 planche).
19. — Mémoire sur les formes cristallines du tungstate de chaux, avec quelques observations cristallographiques sur les pyrites martiales et sur les substances qui prennent le cube et l'octaèdre régulier pour forme primitive, avec 1 planche (*J. M.*, XIII, 161-174).
20. 1803. Note (par Tonnellier) sur quelques faits nouveaux, relatifs aux substances que l'on dit tombées de l'atmosphère, communiqués par M. de Bournon (*J. M.*, XIII, 446-453).
— Lettre de M. le comte de Bournon à M. Delamétherie, en réponse à la critique de M. Patrin à l'égard des pierres tombées de l'atmosphère (*J. P.*, LVI, 294-304).
21. — Réponse aux observations de M. l'abbé Haüy sur le cuivre arséniaté (*J. M.*, XV, 1-22; *J. natur. Philosophy, Nicholson*, VIII, 247-259).
22. — Observations on a new species of hard carbonate of lime; also on a new species of oxide of iron (*Phil. Trans.*, 1803, 325-338).
23. — Observations sur une nouvelle espèce de carbonate de chaux dur, lu à la Société royale de Londres le 26 mai 1803 (*J. M.*, XVIII, 59-72. *Journal für die Chemie und Physik, Gehlen*, III, 520-537).
24. — Observations sur une nouvelle espèce d'oxyde de fer, lues à la Société royale de Londres le 26 mai 1803 (*J. M.*, XVIII, 113-118).
25. 1804. Description of a triple sulphuret of lead, antimony and copper, from Cornwall; with some observations upon the various modes of attraction which influence the formation of mineral substances, and upon the different kinds of sulphuret of copper (*Phil. Trans.*, 1804, 30-62).
26. 1808. *Traité de Minéralogie*. Première partie, renfermant l'introduction à la minéralogie en général, la théorie de la cristallisation, l'étude de la chaux carbonatée proprement dite, et de l'arragonite, avec l'application du calcul cristallographique à la détermination des formes cristallines de ces deux substances. Londres, William Phillipps, 1808; 3 vol. in 4°.

Tome I; Dédicace à S. M. I. Alexandre I^{er}, empereur et autocrate de toutes les Russies, VIII-XLVIII, 349 pages, Tome II : VIII-441 pages. Tome III. 19 pages, 11 feuillets de tableaux, 72 planches.

Un second tirage porte le titre suivant (la dédicace étant remplacée par un Avertissement) :

27. — *Traité complet de la chaux carbonatée et de l'arragonite*, auquel on a joint une introduction à la minéralogie en général, une théorie de la cristallisation et son application, ainsi que celle du calcul, à la détermination des formes cristallines de ces deux substances.
(Un « extrait » du *Traité de Minéralogie* a été publié par J. C. Delametherie dans le *Journal de Physique*, t. LXXI, 222-241, 1810, et un « extrait » du *Traité complet de la chaux carbonatée* par Tonnelier dans le *Journal des Mines*, XXXI, 81-126, 1812.
28. 1809. Memoir on the triple sulphuret of lead, copper and antimony, or endellion (*J. nat. Philosophy, Nicholson*, XXIV, 225-237, 251-260, 321-336).
29. 1810. Extrait d'une lettre de M. de Bournon à M. B..., sur quelques points de cristallographie (*J. P.*, LXXI, 364-366).
30. 1811. Extrait d'une lettre de M. de Bournon à M. Gillet-Laumont (sur la cryolithe, la sodalite et l'allanite) (*J. M.*, XXIX, 159-160).
31. — Memoir on the laumonite (*Trans. of the Geological Society*, I, 77-92).
32. — Memoir on bardiglione or sulphate of lime, containing a sketch of a theory of the true nature of plaster, as well as its properties, in order to determine the differences that exist between it and bardiglione (*Trans. of the Geological Society*, I, 355-388).
33. 1813. Catalogue de la Collection minéralogique du comte de Bournon, faites (*sic*) par lui-même, et dans lequel sont placés plusieurs observations et faits intéressants, qui jusqu'ici n'avaient pas été décrits, etc., ainsi qu'une réponse au Mémoire de M. l'abbé Haüy concernant la simplicité des lois auxquelles est soumise la structure des cristaux, Londres, L. Deconchy, 1813, in 8°.
Planches du catalogue de la collection minéralogique du comte de Bournon, Londres, L. Deconchy, 1813, in 4° oblong de 11 pages, 21 planches.
34. 1815. A descriptive Catalogue of diamonds in the Cabinet of sir Abraham Hume. Translated from the French, London, 1815; in 4°.
Catalogue raisonné des diamants dans le cabinet de Sir Abraham Hume (Lettre sur les lois de la cristallisation du diamant), Londres, J. Murray, 1815; in-4° de XXI-33 pages, 1 planche.
35. 1817. Catalogue de la Collection minéralogique particulière du Roi, appartenant à l'auteur de ce même catalogue lorsque Sa Majesté en a fait l'acquisition. Paris A. Lanoc, 1817, 2 vol. in-8° dont 1 atlas.
Cet Ouvrage est celui (n° 33) paru à Londres en 1813, mais avec un nouveau titre et une nouvelle préface et sans la réponse au Mémoire d'Haüy.
36. 1823. Observations sur quelques-uns des minéraux, soit de l'île de Ceylan, soit de la côte de Coromandel, rapportés par M. Leschenault de Latour. Paris, imprimerie des frères Tilliard, 1823; in-4° de IV-35 pages.
37. 1824. Description of certain gangues of spinelle brought from the island of Ceylan. (*Phil. Magaz.* LXIII, 30-36)
38. — Quelques observations et réflexions sur le calorique, l'eau et le fluide de la

- lumière, Paris, imprimerie d'Hyppolyte Tilliard, 1824; in-8° de II-XV, 116 pages.
39. — Description du goniomètre perfectionné de M. Adelman, gardien aide-minéralogiste de la Collection minéralogique particulière du Roi. Paris, imprimerie H. Tilliard, 1824, in-8°, 16 pages, 1 planche et aussi in *Annals of Philosophy*, Thomson, VIII, 212-215; *Pogg. Ann.* II, 83-97.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE
DES
TRAVAUX DE F.-S. BEUDANT

I. — NOTES ET MÉMOIRES.

1. 1810. Note sur trois espèces de mollusques gastéropodes aquatiles (*A. Muséum*, Paris, XV, 1810, 199-204).
2. — Mémoire sur la structure des parties solides des Mollusques, des Radiaires et des Zoophytes. (*A. Muséum* XVI, 66-75 : Extrait in *N. B. S.* (3), II, 153-154).
3. — Observations sur les Bélemnites (*A. Muséum*, XVI, 76-88, 1 pl.).
4. — Sur la structure des parties solides des animaux invertébrés des classes des Mollusques et des Polypiers (*N. B. S.*, II, 153-154).
5. 1811. Extrait d'un rapport fait à la Société philomatique par M. Bosc sur les observations relatives aux genres Fissurelle et Crépidule par M. Beudant (*N. B. S.*, II, 237-238).
6. 1816. Mémoire sur la possibilité de faire vivre des Mollusques fluviatiles dans les eaux salées, et des Mollusques marins dans les eaux douces, considérée sous le rapport de la Géologie, lu à l'Académie des Sciences le 13 mai 1816 (*J. P.*, LXXXIII, 268-282; *A. M.*, 1, 397-404; *A. C. P.*, II, 32-41; *Phil. Mag.*, XLVIII, 223-227).
7. 1817. Recherches tendant à déterminer l'importance relative des formes cristallines et de la composition chimique dans la détermination des espèces minérales (*A. M.*, II, 1817, 1-32; *A. C. P.*, IV, 1817, 72-84; *N. B. S.*, 30-31, *Schweigger, Journ.*, XIX, 1817, 462-472; *Thomson Ann. Phil.*, XI, 1818, 262-271; *Quart. Journ. Sci.*, VI, 1819, 117-131; *Giorn. Accad.*, I, 1819, 137-143, 257-263, 390-399).
8. 1818. Lettre au sujet du Mémoire de M. Wollaston (relatif à la détermination des espèces minérales). (*A. C. P.*, VII, 1817, 399-405; *Schweigger, Journ.*, XXIV, 110-116).
9. — Recherches sur les causes qui peuvent faire varier les formes cristallines d'une même substance minérale (*A. C. P.*, VIII, 1818, 5-52; *A. M.*, III, 1818, 239-274, 289-344).
10. 1819. Sur le dépôt salifère de Villiczka, en Galicie (*B. S. P.*, 36-42, 65-71; *J. P.*, LXXXVIII, 1819, 324-350).

11. — Existence simultanée de Mollusques marins et fluviatiles dans le golfe de Livonie (*Bull. Soc. Philom.*, 72).
12. — Notice sur le gisement des anthracites de Schoenfeld, en Saxe (*J. P.*, LXXXIX, 68-73; *B. S. P.*, 42-47).
13. — Extrait d'un Mémoire de M. Beudant sur la pierre d'alun et la roche aluminifère (*B. S. P.*, 121-122).
14. 1820. Lettre à M. Gay-Lussac sur le Mémoire de M. Mitscherlich (sur la relation qui existe entre les formes cristallines et la composition chimique). *A. C. P.* XIV, 326-335).
15. 1822. Voyage minéralogique et géologique en Hongrie, pendant l'année 1918. 4 volumes in-4° I (VI-560 + 42 pages); II (614 pages); III (659 pages) IV (atlas, 7 planches et 3 cartes). Traduit partiellement en allemand par Kleinschrod (Leipzig, 1825).
16. 1826. Sur la classification des substances minérales (*A. C. P.*, XXXI, 181-205, 225-243).
17. 1828-1829. Notice sur la pesanteur spécifique des corps, considérée comme caractère minéralogique (*A. C. P.*, XXXVIII, 1828, 398-411; *Pogg. Ann.*, XIV, 1828, 474-484; *A. J. S.*, XVI, 1829, 260-261).
18. 1829. Recherches sur la manière de discuter les analyses chimiques pour parvenir à déterminer exactement la composition des minéraux (*Mém. Acad. Sci.*, VIII, 221-356).
19. 1838. Note sur des grêlons en pyramides sphériques (*C. R.*, VI, 777).

II. — OUVRAGES DIDACTIQUES.

20. 1815. Essai d'un cours élémentaire et général des Sciences physiques. Partie physique. Paris, Tilliard, in-8°, LII, 639 pages et 13 planches, réédité sous le titre de : *Traité élémentaire de Physique*. Paris, Verdière, La sixième édition a paru en 1838. Traduit en allemand (Leipzig, 1830).
21. 1824. *Traité élémentaire de Minéralogie* Paris, Verdière; 1 volume in-8° VI-856 pages, 10 planches traduit en allemand (Leipzig, 1826). 2^e édition I, 1830, XVI-752 pages et 11 planches; II, 1832, 797 pages + 12 planches.
22. 1841. Cours élémentaire d'histoire naturelle, à l'usage des collèges et des maisons d'éducation, rédigé conformément au programme de l'Université du 14 septembre 1840, par MM. Milne-Edwards, A. de Jussieu et F. S. Beudant. *Minéralogie et Géologie*, par Beudant. Paris, Fortin, Masson et C^{ie} ainsi que Langlois et Leclerq, in-18 avec 500 figures. Traduit en allemand (Stuttgart, 1858).
La sixième édition (1854); 2 volumes (*Minéralogie*, XII-296; *Géologie*, XII-348).
La dix-septième édition a paru en 1886 (Masson éditeur).
23. 1854. Notions préliminaires d'histoire naturelle pour servir d'introduction au Cours élémentaire d'histoire naturelle, Notions préliminaires de Géologie, extraites du cours de M. Beudant, rédigées par E. B. de Chancourtois. Paris, Langlois et Leclerq, in-18, IV, 60 pages et figures.

24. 1839. *Éléments de grammaire française* (Renouard, in-12. Préf. V-VII, 254 pages.
25. 1839. *Abrégé de la grammaire française* (Renouard, in-12, 136 pages.
26. — *Éléments de grammaire latine* (Renouard, in-12, Préf. V-VII, 308 pages.
27. — *Abrégé de la grammaire latine* (Renouard, in-12, Préf. I et 163 pages.
28. 1840. *Nouveaux éléments de grammaire française* (Pitois-Lenault, in-12, Préf. V-VIII, 230 pages.
29. — *Programme des questions sur la grammaire française* (Pitois-Lenault, in-12, ouvrage annoncé par le précédent).

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

DES

TRAVAUX DE A. DES CLOIZEAUX

I. — GÉNÉRALITÉS SUR LA CRISTALLOGRAPHIE ET SUR LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DES CORPS CRISTALLISÉS.

1. 1857. Mémoire sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la distinction et la classification des minéraux cristallisés (*C. R.*, XLIV, 322-325; *A. M.*, (5), XI, 261-342; *L'Institut*, XXVI, 1858, 111-112).
2. 1858. Leçons de cristallographie professées à l'École Normale. Autographie, 98 pages, in-4°.
- 2 bis. — Deuxième Mémoire sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes en minéralogie [*A. M.*, (5), XIV, 339-420].
3. 1859. Nouvelles recherches sur les propriétés biréfringentes des corps cristallisés (*C. R.*, XLVIII, 263-267 et 849).
4. 1861. Sur un nouveau procédé pour mesurer l'indice moyen et l'écartement des axes optiques dans certaines substances et sur la séparation de plusieurs espèces minérales regardées jusqu'ici comme isomorphes (*C. R.*, LII, 784-790).
5. 1862. Relation entre les phénomènes de la polarisation rotatoire et les formes hémiedres ou hémimorphes des cristaux à un ou deux axes optiques (*British Association*, 19-20).
6. — Nouvelles observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à certaines propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés [*C. R.*, LV, 651-654; *A. C. P.*, (3), LXVIII, 191-203; *A. M.*, (6), II, 327-328; *B. S. G.*, XX, 41-48; *Pogg. Ann.*, CXIX, 481-492].
7. 1864. Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant et sur l'étude des propriétés optiques biréfringentes propres à déterminer le système cristallin dans les cristaux naturels ou artificiels [*A. M.*, (6), VI, 557-575; *Pogg. Ann.*, CXXVI, 387-424].
8. 1865. De l'étude des propriétés optiques biréfringentes des cristaux (*Schweizer. naturf. Gesell. Verhandl.*, XLIX, 64-66).
9. 1866. Bemerkungen zum Aufsatz von Herrn F. Pfaff : Ueber die Bestimmung der Brechungsexponenten doppeltbrechender Substanzen aus ihren Polarisationwinkeln (*Ann. Pogg.*, CXXIX, 479-480).

10. — Sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous l'influence de la chaleur (*C. R.*, LXII, 987-990; *Pogg. Ann.*, CXXIX, 345-350).
11. — Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels, et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous l'influence de la chaleur (*Mém. des Savants étrangers*, XVIII, 511-732).
12. — Leçon sur l'étude des propriétés optiques biréfringentes, propres à déterminer le système cristallin dans les cristaux naturels ou artificiels (*Société chimique, Leçons de chimie professées en 1864 et 1865*, Paris, 1866, 379-429).
13. 1872. Mémoire sur les propriétés optiques les plus propres à déterminer le type cristallin des espèces naturelles ou artificielles dont les cristaux sont imparfaits ou offrent une forme limite [*A. F. A. S.*, (7), I, 323-331].

II. — TRAVAUX SUR LES FORMES CRISTALLINES ET LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES.

Jusqu'en 1856, ces travaux sont exclusivement cristallographiques; à partir de cette date, ils deviennent à la fois cristallographiques et optiques : les propriétés optiques prennent de plus en plus une importance prédominante.

A. — Minéraux.

14. 1842. Extrait d'un Mémoire de M. Haidinger sur les principaux minerais de manganèse [*A. M.*, (4), I, 409-424].
15. — Cristallisation de l'æschnite [*A. M.*, (4), II, 349-351].
16. — Cristallisation de la chaux phosphatée [*A. M.*, (4), II, 352-356].
17. — Détermination des formes primitives et secondaires de la monazite, nouvelle espèce minérale [*A. M.*, (4), II, 362-364].
18. 1843. Détermination des formes cristallines de la Gay-Lussite [*A. C. P.*, (3), VII, 489-494].
19. — Recherches chimiques et cristallographiques ayant pour résultat la réunion de la mellilite et de la humboldtilite en une seule et même espèce minérale (*en commun avec M. Damour*) (*C. R.*, XVII, 1245-1246).
20. 1844. Nouvelle détermination de la forme primitive et des principales formes secondaires du gypse [*A. C. P.*, (3), X, 53-58].
21. — Note sur la détermination de la forme primitive et de la humboldtilite [*A. C. P.*, (3), X, 69-72].
22. — Examen cristallographique des cristaux désignés sous le nom de beudantite de Horhausen [*A. C. P.*, (3), X, 77-78].
23. — Examen cristallographique et réunion du néoctèse à la scorodite [*A. C. P.*, (3), X, 402-406].
24. — Note sur les formes cristallines de l'anatase [*A. C. P.*, (3), X, 418-421].
25. — Note sur les formes cristallines du réalgar [*A. C. P.*, (3), X, 422-426].

26. 1845. Formes cristallines du cadmium sulfuré [*A. C. P.*, (3), XIII, 326-329].
27. — Description de quatre arsénates de cuivre différents par leur composition et leurs caractères cristallographiques : olivénite, aphanèse, érinite, liroconite (*en commun avec A. Damour*) (*C. R.*, XX, 148-150).
28. — Examen cristallographique de cinq variétés d'arsénates de cuivre [*A. C. P.*, (3), XIII, 417-425].
29. — Note sur une nouvelle macle de rutile [*A. C. P.*, (3), XIII, 436-438].
30. — Nouvel examen des formes cristallines de la cymophane [*A. C. P.*, (3), XIII, 334-338].
31. — Note sur les formes cristallines de la perowskite [*A. C. P.*, (3), XIII, 338-342].
32. — Nouvelles recherches sur les deux variétés de barytocalcite (*en commun avec A. Delesse*) [*A. C. P.*, (3), XIII, 425-435; *A. M.*, (4), VIII, 643].
33. — Astérie fixe offerte par deux plaques de diamant [*C. R.*, XX, 514-516; *A. C. P.*, (3), XIV, 301-306].
34. — Examen cristallographique et réunion de la morvénite à l'harmotome [*C. R.*, XXII, 745; *A. M.*, (4), IX, 339-348].
35. 1846. Sur la willémite (*en commun avec A. Delesse*) [*A. M.*, (4), X, 211-214].
36. 1847. Mémoire sur les formes cristallines de la greenovite [*A. C. P.*, (3), XX, 84-91].
37. — Mémoires sur la christianite, nouvelle espèce minérale (*C. R.*, XXV, 710-711; *A. M.*, (4) XII, 373-381].
38. — Détermination des formes cristallines de la gehlénite [*A. M.*, (4), XII, 382-384].
39. 1848. Note sur la forme cristalline du malakon, hydrosilicate de zircon, de Chanteloube (Haute-Vienne) [*A. C. P.*, (3), XXIV, 94-95; *A. M.*, (4), XV, 106-107].
40. 1849. Notice de l'arkansite des États-Unis (*en commun avec A. Damour*) [*A. M.*, (4), XV, 447-457].
41. 1850. Mémoire sur les formes cristallines du wolfram [*A. C. P.*, (3), XXVIII, 163-175].
42. 1854. Détermination de la forme cristalline de la wöhlérîte [*A. C. P.*, (3), XL, 76-85].
43. — Note sur la forme cristalline d'un nouveau vanadiate de plomb [*A. C. P.*, (3), XLI, 78-80].
44. 1855. Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz [*C. R.*, XL, 101; *A. C. P.*, (3), XLV, 129-316].
45. — Notices minéralogiques sur la dufrénoysite, la baiérine et l'ilvaïte [*A. M.*, (5), VIII, 389-405].
46. 1856. Sur la cristallisation et les propriétés optiques du quartz (*L'Institut*, XXIII, 161).
47. 1857. Note sur l'existence de la polarisation circulaire dans le cinabre (*C. R.*, XLIV, 876-878).
48. — Note sur la découverte de la polarisation circulaire dans les cristaux de cinabre et sur l'existence simultanée du pouvoir rotatoire dans les cristaux et dans les dissolutions de sulfate de strychnine (*C. R.*, XLIV, 876-878; *L'Institut*, XXV, 149; *Pogg. Ann.*, CII, 471-474).
49. — Complément à la Note sur l'existence de la polarisation circulaire dans le cinabre et observations sur le pouvoir rotatoire des cristaux de sulfate de strychnine. [*C. R.*, XLIV, 909-915; *A. C. P.*, (3), LI, 361-367; *Pogg. Ann.*, CII, 474].

50. 1858. Détermination des formes cristallines et des propriétés optiques de l'huréaulite [*A. C. P.*, (3), LIII, 293-302].
51. — Propriétés optiques biréfringentes et forme cristalline de la hironite (*L'Institut*, XXVI, 420-421).
52. — Sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz (*C. R.*, XLVII, 29); *Mém. Savants étr.*, XV, 404-614).
53. 1859. Mémoire sur les formes cristallines et les propriétés optiques de la zoïsite, de la sillimanite et de la wöhlerite et Note sur une nouvelle disposition du microscope polarisant [*A. M.*, (5), XVI, 219-242].
54. 1860. Examen des propriétés optiques et pyrogénétiques des minéraux connus sous le nom de gadolinite, allanite, orthite, euxénite, tyrite, yttrantalite et fergusonite (*en commun avec A. Damour*) [*A. C. P.*, (3), LIX, 357-379].
55. 1861. Note sur les formes cristallines d'un oxyde de manganèse artificiel (*C. R.*, LII, 1323-1325).
56. — Sur la forme des cristaux artificiels de fer oligiste produits dans les fours de M. Kuhlmann (*C. R.*, LII, 1325).
57. — Note sur les modifications temporaires et sur une modification permanente que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques du feldspath orthose (*C. R.*, LIII, 64-68).
58. 1862. Manuel de Minéralogie (Paris, Dunod, édit. I, 1 vol. in-8°, XLVIII, 572 pages et atlas).
59. — Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques de la téphroïte [*A. M.*, (6), II, 339-342].
60. 1863. Note sur les formes cristallines et les propriétés optiques biréfringentes du castor et du pétalite (*C. R.*, LVI, 488-491).
61. — Sur le pseudodimorphisme de quelques composés naturels ou artificiels (*C. R.*, LVI, 1018-1022; *Bull. Soc. chimique*, 290-300).
62. — Sur les propriétés optiques biréfringentes et sur la forme cristalline de l'amblygonite (*C. R.*, LVII, 357-360).
63. 1864. Mémoire sur le pseudodimorphisme de quelques composés naturels et artificiels [*A. C. P.*, (4), I, 313-327].
64. — Note sur les formes cristallines et sur les propriétés optiques biréfringentes du castor et du pétalite [*A. C. P.*, (4), III, 264-270].
65. 1866. Sur la forme cristalline et les propriétés optiques de l'adamine (*C. R.*, LXII, 695-697; *Bull. Soc. Chim.*, V, 438-439).
66. 1867. On the crystalline form of Pachnolite (*A. J. S.*, XLIII, 271).
67. — Note on the optical characters of different micaceous minerals called Margarite (*A. J. S.*, XLIV, 283-284).
68. 1868. Sur la forme clinorhombique à laquelle on doit rapporter l'armotome et la wöhlerite, d'après de nouvelles recherches sur la dispersion de leurs axes optiques [*C. R.*, LXVI, 199-202; *A. C. P.*, (4), XIII, 416-435; *Verh. russ. min. Ges.*, III; *Phil. Trans.*, CLVIII, 565-576; *Proc. Roy. Soc.*, XVI, 319-321; *Phil. Mag.*, XXXV, 461-462].
69. 1869. On a transparent wolfram (*A. J. S.*, XLVIII, 137).
70. — Sur la forme cristalline, les propriétés optiques et la composition chimique de la gadolinite [*C. R.*, LXVIII, 1114-1116; *A. C. P.*, (4), XVIII, 305-321].
71. — Nouvelles recherches cristallographiques et optiques sur la forme clinorhombique du wolfram [*C. R.*, LXIX, 868-871; *A. C. P.*, (6), XIX, 168-176].

72. 1871. Note sur la montebrasite [*C. R.*, LXXIII, 306; *A. M.*, (6), XX, 22-23].
73. — Note sur les formes cristallines de la nadorite [*C. R.*, LXXIII, 81-83; *A. M.*, (6), XX, 32-34].
74. — Observations optiques et cristallographiques sur la montebrasite et l'amblygonite de Montebras (Creuse) (*C. R.*, LXXIII, 1247-1256).
75. 1872. Mémoire sur une nouvelle localité d'amblygonite et sur la montebrasite, nouveau phosphate d'alumine et de lithine hydraté [*A. C. P.*, (4), XXVII, 385-405].
76. — Note sur la wavellite de Montebras [*A. C. P.*, (4), XXVII, 405-406].
77. — Nouvelle note sur l'amblygonite et la montebrasite (*C. R.*, LXXV, 114-115).
78. — Sur la composition chimique de la gadolinite [*A. M.*, (7), I, 157].
79. 1873. Note sur la détermination des dimensions relatives de la forme fondamentale de l'amblygonite [*C. R.*, LXXVI, 319-322; *A. C. P.*, (4), XXIX, 82-86].
80. — Ueber Leucit und Analcim (*Z. d. d. geol. Ges.*, XXV, 566-568).
81. 1874. Manuel de minéralogie. Paris, Dunod, édit., II, 1^{er} fasc. I, pages I à LIII et I à 208 et atlas.
82. — Sur la forme cristalline et sur les propriétés optiques de la durangite (*A. F. A. S.*, III, 388-391; *A. C. P.*, (5), IV, 401-406).
83. — Durangite et fischérite [*Verh. russ. min. Ges.*, (2), IX, 29-32].
84. 1875. Sur les propriétés optiques biréfringentes caractéristiques des quatre principaux feldspaths tricliniques et sur un procédé pour les distinguer immédiatement les uns des autres [*C. R.*, LXXX, 364-371; *A. C. P.*, (5), IV, 429-444].
85. — Ueber Perowskit; über die Bestimmung der vier hauptsächlichen triklinen Feldspathe auf optischen Wege (*N. J. M.*, 279-284).
86. — Ueber Leucit Krystalle von Pompeji; Salit von Nischne Tagilsk; über Eukrit und die triklinen Feldspathe (*N. J. M.*, 395-399).
87. 1876. Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques et la composition chimique du microcline, nouvelle espèce de feldspath triclinique à base de potasse, suivi de remarques sur l'examen microscopique de l'orthose et les divers feldspaths tricliniques [*C. R.*, LXXXII, 885-891; et LXXXIII, 878; *A. C. P.*, (5), IX, 433-499].
88. — Examen microscopique de l'orthose et des divers feldspaths tricliniques (*C. R.*, LXXXII, 1017-1022).
89. — On the crystallographic relations of the three types of chondrodite (humite) (*A. J. S.*, XII, 229-230).
90. — Memoir on the three types of humite (*Phil. Magaz.*, II, 286-291; *N. J. M.*, 640-645).
91. 1877. Note sur la forme cristalline, les propriétés optiques et la composition chimique de la homilite (*en commun avec A. Damour*) (*A. C. P.*, XII, 405-412).
92. — Ueber die optischen Verhältnisse der Krystalle und ihre Unvollkommenheiten (*N. J. M.*, 1877, 160-161).
93. — Sur l'existence et sur les caractères optiques, cristallographiques et chimiques du microcline, nouvelle espèce de feldspath triclinique à base de potasse (*A. F. A. S.*, VI, 508-515).
94. — Ueber Humit und Mikroklin (*N. J. M.*, 499).
95. — Ein neuer Barytfeldspath (*Tschermak's min. Mittheil.*, 99; *Neues Jahrb. Min.*, 1877, 591-592).

96. — Om homilit och erdmannit (en français) (*Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, III, 1876-1877, 385-387).
97. 1878. La microcline et les feldspaths tricliniques (*Congrès géol. int., C. R.*, 1878, 225-230).
98. — On mikrolin, nyt species, triklinisk, kalifeldspat, densoptiske, krystallografiske kjendeteen (*Nyt. Magaz. for Naturvidansk, Kristiania*, XXIV, 1879, 296-305).
99. — Ueber Topaz-Kristalle aus Mexico; über den Perowskit; Calcit von Bergen Hill. Vorkommen des Tridymit im Mont-Dore : Forcherit (*N. J. M.*, 1878, 40-46).
100. 1879. Note sur les caractères optiques de la newberyte (*B. S. M.*, II, 82-83).
101. — Note sur la forme cristalline, les propriétés optiques et la composition de la homilite (*en commun avec A. Damour*) [*A. C. P.*, (5), XII, 405-412].
102. — Formes et caractères optiques de la hopéite (*B. S. M.*, II, 133-135).
103. — Sur la forme clinorhombique à laquelle doit être rapportée l'épistilbite (*B. S. M.*, II, 161-165).
104. 1880. Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des oligoclases (*B. S. M.*, III, 157-159).
105. — Sur la danburite (*B. S. M.*, III, 194).
106. — Note sur les propriétés optiques de l'érythrozoïcite, de la raimondite et de la copiapite (*B. S. M.*, IV, 40-42).
107. 1881. Caractères optiques de la jadéite (*B. S. M.*, IV, 158).
108. 1882. Note sur l'existence anormale de la dispersion tournante dans un cristal du système orthorhombique.
109. — Notes sur les formes cristallines et sur la réunion de la vauquelinite et de la laxmannite (*en commun avec N. de Kokscharow*) [*B. S. M.*, V, 53-58; *A. C. P.*, (5), XXV, 421-426 et XXVI, 135-136].
110. — Note sur l'existence anormale de la dispersion tournante dans un cristal du système orthorhombique (*B. S. M.*, V, 58-60).
111. — Note complémentaire sur la vauquelinite (*B. S. M.*, V, 69-70).
112. — Note sur les constantes optiques de la crocoïse (*B. S. M.*, V, 103-105).
113. — Note sur les propriétés optiques de la hübnérite de Nevada et de l'orpiment (*B. S. M.*, V, 105-109).
114. — Note sur les propriétés optiques de la nadorite (*B. S. M.*, V, 125-130).
115. — Nouvelles observations sur les divers échantillons de prehnite (*B. S. M.*, V, 125-130).
116. — Sur l'indice de réfraction du chlorure d'argent naturel (*B. S. M.*, V, 143).
117. — Note sur les caractères optiques et cristallographiques de la pachnolite et de la thomsénolite [*B. S. M.*, V, 310-316; *A. C. P.*, (5), XXIX, 392-400].
118. — Note sur quelques formes nouvelles formes nouvelles de l'eucrase du Brésil [*B. S. M.*, V, 317-320; *A. C. P.*, XXIX, 400-404].
119. 1883. Nouvelles recherches sur l'écartement des axes optiques, l'orientation de leur plan et de leurs bissectrices et leurs divers genres de dispersion dans l'albite et l'oligoclase (*B. S. M.*, VI, 89-121).
120. — Nouvelles observations sur le type cristallin auquel doit être rapportée la cryolite (*B. S. M.*, VI, 254-260).
121. — Note sur l'existence de deux axes optiques écartés dans les cristaux de gismondine (*B. S. M.*, VI, 301-305).

122. — Note sur les caractères optiques de la christianite et de la phillipsite (*B. S. M.*, VI, 305-311).
123. 1884. Extraits de minéralogie (*B. S. M.*, VII, 35-37).
124. — Examen optique et cristallographique de plusieurs silicates de manganèse (*B. S. M.*, VII, 72-78).
125. — Forme et caractères optiques de l'eudnophite (*B. S. M.*, VII, 78-79).
126. — Sur la forme cristalline et les caractères optiques de la sismondine (*B. S. M.*, VII, 80-85).
127. — Sur l'identité optique des cristaux de herdërite d'Ehrenfriedersdorf (Saxe) et de Stoneham (État du Maine) (*C. R.*, XCVIII, 956-959; *B. S. M.*, VII, 130-134).
128. — Nouvelle Note sur la gismondine et la christianite (*B. S. M.*, VII, 135-139).
129. — Oligoclases et andésines (*B. S. M.*, VII, 249-336).
130. 1885. Nouvel examen optique et chimique de deux oligoclases (*en commun avec F. Pisani*) (*B. S. M.*, VIII, 6-9).
131. 1886. Notes sur quelques formes nouvelles observées sur des cristaux de topaze de Durango (Mexique) (*B. S. M.*, IX, 135-138).
132. — Note sur la forme rhombique de la descloizite (*B. S. M.*, IX, 138-141).
133. — Note sur la véritable valeur de l'indice moyen de la herdërite de Stoneham. (*B. S. M.*, IX, 141-143).
134. — Note sur la phénacite de Colorado et de Framont (*B. S. M.*, 171-175).
135. — Note sur la détermination des paramètres du gypse et sur les incidences des formes observées dans ce minéral (*B. S. M.*, IX, 175-184).
136. — Sur un minéral qui paraît offrir une forme rhombique du rutile (*B. S. M.*, IX, 184-186).
137. — Note supplémentaire sur la forme rhombique de la descloizite (*B. S. M.*, IX, 190-191).
138. — Crystallographic notes (hiddenite, zenotime, quartz, phénacite) [*in Hidden. A. J. S.*, (3), XXXII, 204-211].
139. 1887. Note sur la forme clinorhombique et les caractères optiques de l'acide arsénieux prismatique (*C. R.*, CV, 96-99. *B. S. M.*, X, 303-307].
140. 1888. Sur la forme que présentent les cristaux de rubis obtenus par M. Frémy (*C. R.*, CVI, 567-569).
141. — Note sur les caractères optiques de la pharmacolite naturelle et sur leur comparaison avec les cristaux artificiels de M. Dufet (*C. R.*, CVI, 1215-1217; *B. S. M.*, IX, 192-195).
142. — Note sur les propriétés optiques de la haidingërite (*C. R.*, CVI, 1218; *B. S. M.*, IX, 195-196).
143. — Note sur les cristaux du Connecticut, paraissant appartenir à une forme triclinique dimorphe de la baiërine (*Centenaire de la Société philomatique*, 105-107).
144. 1889. Sur la mazapilite de König (*B. S. M.*, XII, 441-443).
145. 1890. Note sur des cristaux remarquables de chalcopyrite de l'île de Cuba (*B. S. M.*, XIII, 335-336).
146. 1893. Manuel de Minéralogie. Paris, Dunod, édit., II, 2^e fasc., 1 vol, in-8^o, p. LIII, à LX et 209-542.
147. — Nouvelle Note sur les propriétés cristallographiques et optiques de la perowskite (*B. S. M.*, XVI, 218-226).

B. — Produits de la Chimie n'existant pas à l'état naturel.

148. 1845. Étude cristallographique du nitrate de protoxyde de mercure (*C. R.*, XX, 1303-1305).
149. 1854. Note sur la forme cristalline de l'iodure d'argent et son isomorphisme avec le sulfure de cadmium [*A. C. P.*, (3), XL, 85-87].
150. 1856. Note sur la forme cristalline du silicium (*Soc. philomat. Proc. verb.* 12-13).
151. 1857. Pour le sulfate de strychnine, cf. nos 48 et 49.
152. 1859. Étude du camphre au point de vue de la cristallographie chimique (*C. R.*, XLVIII, 1064-1065).
153. — Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques du camphre chimique [*A. C. P.*, (3), LVI, 219-221].
154. 1869. Études chimiques, optiques, et cristallographiques sur les sels de thallium (*en commun avec Lamy*) [*C. R.*, LXVI, 1146-1160; *A. C. P.*, (4), XVII, 310-365].
155. — Note sur les formes cristallines et sur les propriétés optiques du paratartrate de potasse [*A. C. P.*, (4), XVII, 365-368].
156. — Sur l'existence du pouvoir rotatoire dans les cristaux de benzyle (*C. R.* LXVIII, 308-310; *Pogg. Ann.*, CXXXVII, 629-632).
157. — Note sur quelques dérivés cristallisés des hydrocarbures de la houille (*C. R.*, LXX, 587-588).
158. — Sur la forme clinorhombique de l'oxyde rouge de mercure [*C. R.*, LXX, 830-831; *A. C. P.*, (4), XX, 201-203].
159. — Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques d'une combinaison de protochlorure de platine et de triéthylphosphine analogue au sel de Magnus (*C. R.* LXX, 970-971).
160. — Sur les propriétés optiques du benzyle et de quelques corps de la famille du camphre, à l'état de cristaux et à l'état de dissolution (*C. R.*, LXX, 1209-1213; *Pog. Ann.*, CXLI, 300-304).
161. 1872. Sur le thallium (*en commun avec Wilm et Lamy*) [*A. M.*, (7), I, 113-124].
162. 1877. Sur la forme cristalline et les propriétés optiques du proto-iodure de mercure (*C. R.*, LXXXIV, 1418-1420).
163. 1879. Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques de la saccharine (*C. R.*, LXXXIX, 922-924).
164. 1880. Sur la forme cristalline du magnésium (*C. R.*, XC, 1101-1102); *B. S. M.*, III, 111-113).
165. 1885. Forme cristalline et caractères optiques de l'hydrate de chloral (*B. S. M.*, VIII, 125-126).

III. — DESCRIPTION DE MINÉRAUX.

166. 1842. De l'ottrélite, nouvelle espèce minérale (*en commun avec A. Damour*) [*A. M.*, (4), L, 357-361].
167. 1844. Analyses de quelques substances minérales : pennine, chlorite hexagonale et talc (*en commun avec Marignac*) [*A. C. P.*, (3), X, 427-433, *Biblioth. univ. Genève*, XLIX, 131-141].

168. 1855. Note sur le diamant noir [*A. M.*, (3), VIII, 304-306].
169. 1857. Examen de divers échantillons de sables aurifères et platinifères d'Antioquia (*en commun avec A. Damour*), [*A. C. P.*, (3), LI, 445-450].
170. 1867. Note sur la tankite [*Verh. russ. Min. Gesels.*, (2), II, 291-296].
171. 1869. Sur la véritable nature de l'esmarkite [*C. R.*, LXIX, 871-874; *A. C. P.*, (4), XIX, 176-180].
172. 1870. Sur les émeraudes morallon des mines de Muso (Nouvelle Grenade) [*A. C. P.*, (4), XIX, 333-334].
173. 1874. Observation relative à une communication de M. Lawrence Smith intitulée : « Curieuse association de grenat, d'idocrase et de datholite » (*C. R.*, LXXIX, 814).
174. 1877. Sur une nouvelle anthophyllite de Bamle en Norvège (*C. R.*, LXXXIV, 1473-1475).
175. 1878. Présentation de nouveaux minéraux (noumélite, adamine), (*B. S. M.*, I, 28-32).
176. — Note sur un nouveau feldspath barytique (*B. S. M.*, I, 84-86).
177. 1881. Note sur la roscoélite, la karyinite et la monazite (*B. S. M.*, IV, 56-58).
178. — Étude de différents minéraux : serpiérite, hédéphane, corindon de Chamonix, cordiérite du Puy, barytocalcite (*B. S. M.*, IV, 89-96).
179. — Note sur la chalcoménite, nouvelle espèce minérale (*en commun avec A. Damour*) (*C. R.*, XCII, 837-840).
180. — Note sur la fibrolite d'Auvergne et la haydénite de Baltimore et sur de très petits cristaux de diamant du Brésil (*B. S. M.*, IV, 257).
181. 1882. Note complémentaire sur les béryls bleus de la mer de glace (*B. S. M.*, V, 142-143).
182. 1883. Sur une épidote à base de magnésie [picroépidote] (*en commun avec A. Damour*) (*B. S. M.*, VI, 23-27).
183. 1885. Remarque sur la composition de la herdérite (*en commun avec Damour*) (*B. S. M.*, VIII, 3-6).
184. — Extraits de minéralogie (lavénite, cappelénite) (*B. S. M.*, VIII, 126-127).
185. 1888. Note sur la crucite (*B. S. M.*, XI, 63-64).

IV. — ÉTUDE DE GISEMENTS DE MINÉRAUX.

186. 1845. Observations minéralogiques faites en Islande pendant l'été 1845 (*C. R.*, XXII, 736).
187. 1847. Sur le gisement du spath d'Islande [*B. S. G.*, (2), IV, 768-772].
188. 1855. Note accompagnant l'envoi au nom de M. Greg d'un morceau de fer météorique renfermant des globules de plomb métallique (*C. R.*, XLI, 490).
189. 1861. Note sur la présence du zinc carbonaté, de la lherzolite et de la fluorine dans la chaîne des Pyrénées, aux environs des Eaux-Bonnes (*B. S. G.*, XIX, 416-419).
190. 1865. Origine de la karsténite de Modane en Savoie (*B. S. G.*, XXII, 25-27).
191. 1878. Sur un nouveau gisement d'adamine (*C. R.*, LXXXVI, 88-90).
192. — Note sur les dépôts de quartz résinite dans la vallée de Saint-Nectaire (*A. F. A. S.*, 552-557).



193. 1882. Note sur la probabilité de l'existence à Barbin, près Nantes, du nouveau silicate d'alumine, fer, chaux, de Petit-Port, décrit par M. Bertrand, en 1880 [Bertrandite] (*B. S. M.*, V, 176-179).
194. — Note sur l'existence de la néphéline en grains d'un blanc d'émail dans les blocs d'oligoclase ponceux à Denise, près Le Puy (*en commun avec Ed. Jannettaz*) (*B. S. M.*, V, 320-321).
195. 1893-1894. Phénacite de Saint-Cristophe-en-Oisans (*en commun avec A. Lacroix*), (*C. R.*, CXVI, 1894, 1231-1232; *B. S. M.*, XVII, 1894, 33-36).

V. — PÉTROGRAPHIE.

196. 1863. Note sur la classification des roches, dites hypérites et euphotides (*B. S. G.*, XXI, 105-109).
197. 1864. Sur la présence d'un carbonate de magnésie et de fer cristallisé dans la météorite d'Orgueil (*C. R.*, LIX, 829).
198. 1865. Id (*Pogg. Ann.*, CXXIV, 191-192; *B. S. G.*, XXII, 24-25).
199. 1875. Note sur l'élément pyroxénique de la roche associée au platine de l'Oural (*C. R.*, LXXX, 785-786).
201. 1884. Note sur les nodules cristallins contenus dans le grès de Bagnoles (*B. S. M.*, 468-469).

VI. — PHYSIQUE DU GLOBE ET VOYAGES.

202. 1845. Note sur la hauteur de l'Hekla et sur l'éruption de ce volcan au mois de septembre 1845 (*C. R.*, XXIII, 771-773).
203. — Conferves recueillies en Islande dans une source thermale à une température de 98°C. Os d'agneau affectés d'exostose recueillis en Islande (*C. R.*, XXIII, 934).
205. 1847. Observations physiques sur les principaux geysers d'Islande (*C. R.*, XXIV, 456-459).
204. — Note sur la température des geysers d'Islande à diverses profondeurs observés par MM. Des Cloizeaux et Bunsen (*C. R.*, XXIII, 934-937).
206. — Observations sur la température à diverses profondeurs des principaux geysers d'Islande [*A. C. P.* (3), XIX, 443-470].
207. 1850. Rapport sur les observations physiques et géologiques faites en Islande pendant l'été 1846 (*Arch. miss. sc. et littér.*, I, 587-607).

VII. — NOTICES NÉCROLOGIQUES.

208. 1878. Note sur les travaux de M. Delafosse (*C. R.*, LXXXVII, 569-570).
209. 1887. Note sur le professeur Websky (*B. S. M.*, X, 41-46; 178-182).
210. 1888. Notice sur Gerhard vom Rath (*B. S. M.*, XI, 255-261).
211. 1894. Note sur les travaux de Marignac (*B. S. M.*, XVII, 233-239).
212. — Notice sur les travaux de A. Scacchi (*C. R.*, CXVIII, 221-223).

VIII. — RAPPORTS ET DISCOURS.

213. 1873. Rapport sur un Mémoire de M. Fouqué intitulé « Nouveau procédé d'analyse médiate des roches et son application aux laves de la dernière éruption de Santorin » (*C. R.*, LXXVII, 1182-1185).
214. 1882. Instructions géologiques destinées aux membres de la mission du Cap Horn (*en commun avec A. Daubrée*) (*C. R.*, XCIV, 1567-1568).
215. 1889. Discours d'ouverture prononcé comme président à la séance annuelle des Cinq Académies (Paris, Firmin-Didot).

