

INSTITUT DE FRANCE.

ACADÉMIE DES SCIENCES

NOTICE HISTORIQUE

SUR LA VIE ET SUR LES TRAVAUX

DE

ERNEST-FRANÇOIS MALLARD

MEMBRE DE L'INSTITUT

PAR

M. BERTHELOT

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Lue dans la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences
du 21 décembre 1896.

MESSIEURS,

La minéralogie est une science singulière, à caractère multiple: à la fois descriptive, comme l'histoire naturelle; expérimentale, comme la physique et la chimie; déductive, comme la géométrie. Elle touche aux problèmes les plus généraux de la structure physique des corps, de la synthèse chimique, et de l'histoire du globe terrestre. Les savants la cultivent à ces points de vue divers, tout en s'attachant chacun de préférence à quelqu'un d'entre eux.

Dans l'antiquité, ses adeptes étaient surtout des naturalistes, tels que Pline, qui associaient trop souvent à leurs descriptions les imaginations mystiques de la magie et de l'astrologie. L'éclat des minéraux, leur couleur, leurs formes et leurs apparences régulières avaient frappé dès l'origine la vue des hommes, et avaient fait attribuer aux pierres précieuses des vertus cachées, et une action secrète sur la vie. On entrevoyait dans leur structure je ne sais quelles dispositions profondes, où l'on recherchait l'intervention des forces latentes de la nature ; mais l'esprit humain, trop faible encore pour s'élever à la notion abstraite du nombre et de la loi scientifique, voyait dans toute ordonnance des choses l'action de divinités bienfaisantes ou funestes. A l'origine, toute pierre précieuse était un talisman, soumis à l'influence d'un Dieu, dont son possesseur devenait, suivant les cas, le protégé, ou la victime.

C'est en éclaircissant ce mystère de la structure des minéraux par les méthodes de la science moderne que la cristallographie s'est fondée. Elle a imprimé à la minéralogie le caractère géométrique, qui la distingue aujourd'hui, et qui a fait la gloire de tant de membres illustres de notre Académie : Romé de Lisle, Hauy, Bravais, et, pour parler de l'un des derniers contemporains que nous avons perdus, Mallard, dont je me propose de retracer aujourd'hui la vie et l'œuvre fondamentale.

Ce n'est pas que Mallard soit demeuré étranger aux autres questions traitées dans la science en général, et même dans la minéralogie, en particulier. La largeur de son esprit et les nécessités mêmes de l'enseignement qu'il

donnait à l'École des mines, l'obligeaient à parler aussi de problèmes bien différents : je veux dire des problèmes pratiques qui se rattachent à l'exploitation des mines, à la recherche des métaux et minéraux divers ; je veux parler des questions historiques, c'est-à-dire relatives aux conditions de la formation géologique et de la synthèse naturelle des minéraux : questions qui s'étendent aujourd'hui jusqu'aux gisements et à la répartition des éléments rares, sinon jusqu'à la genèse même des corps simples ! Questions séduisantes, plus que toute autre peut-être, mais parfois mêlées de chimères, auxquelles la précision d'esprit de Mallard, renfermé par goût et par nature dans la région des choses claires, ne lui permit jamais de s'associer. Il s'enfonça au contraire dans les études exactes de la physique, qui font concourir les lois de la minéralogie avec celles de l'optique et de l'élasticité, et il y a tracé un sillon ineffaçable.

La vie de Mallard peut être regardée comme le type de l'existence moyenne d'un savant français, sans aventures extrêmes, fidèle à ses devoirs, et tout entière consacrée aux études idéales et aux plus nobles occupations. Pour bien comprendre le développement de ses idées et de ses recherches, il est nécessaire de la retracer d'abord et de dire comment, par les voies régulières, il est entré dans une carrière honorée, dont le développement méthodique l'a conduit simultanément aux positions les plus élevées qu'il ait pu rêver dans son enfance, et à des conceptions scientifiques d'ordre supérieur : toujours ascendantes, elles ont fini par atteindre les plus hautes généralisations sur la structure et l'équilibre des particules matérielles.

I

François-Ernest Mallard est né le 4 février 1833, à Châteauneuf-sur-Cher, parmi ces populations honnêtes et patientes du Berry, établies en quelque sorte au cœur de la France, dont elles résument quelques-unes des meilleures qualités. La famille de Mallard, en particulier, a joué un rôle trop important dans sa vie pour qu'il ne soit pas utile d'en dire quelques mots : la vive affection qu'il portait aux siens fait partie de sa physionomie morale.

Son père, au moment de sa naissance, était percepteur des contributions directes; il devint avoué deux ans après, il vécut longtemps et sa fin précéda seulement de trois ans celle de son fils. La mère de Mallard surtout, comme il arrive fréquemment pour les hommes distingués, joua un grand rôle dans son existence: intelligente et dévouée, elle ne cessa d'exercer sur lui l'influence qui le ramenait sans cesse vers sa famille et son foyer domestique. Il lui resta toujours tendrement attaché et sa correspondance porte les traces continuelles de cette affection réciproque, « Ma bonne mère », écrivait-il en 1871, « ma bonne mère, ma vie tient à la tienne; je n'ai qu'un seul bien au monde, c'est toi, c'est ton affection; n'augmente pas ton mal à cause de moi, tu me tuerais. Que ne suis-je près de toi pour te soigner? ce serait là, en ce moment, mon vrai devoir, et je ne puis le remplir: je suis le plus malheureux des hommes. »

Son éducation débuta au collège de Saint-Amand, sous un principal, qui fut en même temps son professeur; il

avait peu d'élèves et donnait à chacun d'eux ces soins personnels et cette direction, qui font souvent défaut dans les grands établissements : chose regrettable, car ce qui convient le mieux dans l'éducation, c'est d'exciter les esprits des enfants, et de leur donner une impulsion morale, qui dure souvent toute la vie. Voilà en effet ce qui arriva pour Mallard, sous l'influence de son premier professeur, et peut-être plus encore, sous celle du docteur Robin Massé, père d'un de ses camarades, qui l'emmenait en excursion chercher des fossiles et des minéraux. A un âge aussi tendre, le goût des sciences et des idées abstraites n'existe guère, mais l'esprit est accessible aux leçons de faits. La trace de celles-ci devait se retrouver dans la carrière de notre futur confrère.

L'adolescence venant, on dut le mettre à un régime plus rigoureux, celui du lycée de Bourges (1847), où ce docile élève s'imprégna des préjugés classiques de son professeur de rhétorique, ennemi de Victor Hugo ; idées dont on retrouve la trace dans sa correspondance. Mais son goût pour les mathématiques s'était développé et il aspirait à l'École polytechnique ; il supprima la classe de philosophies pour entrer en spéciales, et vint à Paris, à l'institution Jauffret, suivre les cours de Charlemagne ; il fut reçu le onzième à l'École, en 1851.

Tel était le but rêvé par sa famille, comme par la plupart des familles bourgeoises, à cause de la carrière assurée que ce succès garantit. On a souvent reproché à l'éducation ainsi dirigée d'éteindre les vocations et l'élan personnel. L'originalité propre de Mallard se développa tardivement : je ne sais si elle n'aurait pas apparu plus tôt, dans une vie plus librement conduite. Cependant, quelques

critiques légitimes que l'on puisse adresser au système de concours et de classement adopté en France dans nos grandes écoles, en vue du recrutement des carrières officielles, il n'en est pas moins certain que les corps ainsi alimentés sont remplis d'individualités hors ligne. J'ai toujours été frappé, pour mon propre compte, de la forte et universelle culture d'un grand nombre d'ingénieurs des mines et d'officiers du génie et de l'artillerie : les hommes qui sortent au premier rang des Écoles, s'ils ne font pas toujours des découvertes, marquent parmi les plus distingués de leur génération.

A l'École polytechnique, Mallard eut pour professeurs, entre autres, Bravais, dont il devait continuer et agrandir l'œuvre, et M. Faye, que nous voyons dans cette enceinte entouré de ses anciens élèves, devenus ses respectueux égaux. Parmi les camarades d'école de Mallard, on comptait MM. Massieu, depuis inspecteur général des mines, le général de Miribel, de Montgolfier, devenu directeur de la Société des aciéries de la marine, Noblemaire, directeur du chemin de fer de Lyon-Méditerranée, le général Vosseur, et bien d'autres : c'était l'une des promotions les plus brillantes qui aient traversé cette institution.

En 1853, il entra à l'École des mines, où il passa trois années, sans incident. Là aussi il rencontra un maître sympathique, dont il garda l'empreinte, de Sénarmont ; ce fut lui qui l'initia aux recherches d'optique minéralogique, première ouverture sur la structure intime des cristaux. Élie de Beaumont, au contraire, paraît avoir eu peu d'action sur Mallard.

Il était encore à l'École des mines, lorsque sa vie privée

changea soudainement. Au lieu de demeurer dans cette situation tranquille d'un jeune homme, couvert par l'égide paternelle contre les péripéties et les difficultés de l'existence, Mallard devint le chef de sa famille (1852), à la suite d'une attaque de paralysie de son père, qui dut renoncer à sa profession, et qui survécut d'ailleurs trente-huit années. Mallard sut remplir ces nouveaux devoirs dans toute leur étendue. S'il ne se maria pas, du moins il eut un véritable culte pour sa famille. J'ai rappelé combien il aimait sa mère : il la perdit en 1878 et ne s'en consola pas. Il n'était jamais plus heureux que quand il se trouvait à Saint-Amand, dans la vieille maison, entouré de son père, de sa mère, de son frère, — avec qui il entretenait une correspondance régulière, — enfin de sa sœur, et plus tard de ses neveux. Il y venait régulièrement passer la journée du 1^{er} janvier, sauf impossibilité : alors tout le monde était triste. « Il était si bon ! si affectueux ! » disent-ils dans leurs lettres. Il montrait aux enfants le soir, dans la lanterne magique, les histoires du Petit Poucet et de Cendrillon, ou d'autres qu'il inventait, en expliquant les verres. Que sont devenus tous ces contes, avec lesquels on a bercé notre enfance ? Ils se répétaient depuis plusieurs siècles. « Si Peau d'Ane m'était contée... » disait La Fontaine. Mais leur influence est éteinte désormais : nos enfants aujourd'hui entendent raconter d'autres féeries, moins naïves, toutes bourrées de notions scientifiques, ou prétendues telles, et qui n'auront assurément pas la même durée traditionnelle. La naïveté maligne des anciens récits ne s'y retrouve plus et je ne sais si avec elle n'a pas disparu une certaine fleur spontanée d'imagination.

Chéri des siens jusqu'à la fin, Mallard avait su rencon-

trer ces amitiés dévouées, dont la fidélité constitue en quelque sorte un garant de délicatesse morale pour ceux qui les suscitent. M. Vicaire, l'ami de sa jeunesse, M. Wyrouboff, qui est venu de si loin s'associer à la science française, M. Le Chatelier, son collaborateur dans tant d'œuvres remarquables, ne me démentiront pas.

Un parfum d'honnêteté privée et de probité scientifique se dégageait de toute la personne de Mallard. On était frappé aussitôt par la vivacité de ses allures, par le regard perçant de cette tête brune et aux traits bien accusés, par son sourire bienveillant et sans arrière-pensée. On sentait en lui l'homme habitué à vivre au sein de la nature, le professionnel accoutumé à la solitude et à la contemplation des larges horizons. Cette vie avait donné à son corps, comme à son esprit, quelque chose de sain, de bien arrêté, de vigoureux : apparences physiques qui semblaient lui assurer la promesse d'une longue vieillesse. Les carrières scientifiques, d'ailleurs, par les efforts et l'endurance de tout genre qu'elles exigent, aussi bien que par l'obligation de mener une vie calme, exempte de désordre et d'agitations passionnées, opèrent une sorte de sélection parmi les hommes. Ceux-là seuls y persistent et arrivent aux buts les plus élevés, qui possèdent la santé morale et physique la plus robuste. De là la longévité, que l'on a souvent remarquée dans les Académies. Hélas ! elle n'était pas réservée à Mallard : sa mort subite, à 61 ans, a trompé nos espérances et laissé son œuvre inachevée, à la grande douleur de ses admirateurs et de ses amis !

Son caractère répondait aux premières apparences. Dès que l'on entrait en conversation avec lui, le jugement porté

à première vue se trouvait confirmé par la netteté de sa parole, par la droiture intellectuelle et morale de ses pensées, par la clarté et la rectitude de son jugement, par une tolérance et une courtoisie, par une modestie naturelle, à travers laquelle on sentait percer je ne sais quel sentiment légitime de sa supériorité. Il y avait alors plaisir à le pousser, jusqu'au point où il commençait à exposer ses propres idées et à donner de son génie personnel ces impressions qui ne s'effacent plus.

L'action qu'il exerçait sur ses élèves n'était pas moins considérable, et, comme il arrive souvent pour les vrais savants, elle se produisait plutôt quand il les associait à ses propres travaux, au laboratoire, ou pendant une course sur le terrain, que dans l'appareil déclamatoire d'une leçon éloquent. Écoutons l'un de ses disciples, M. Termier, son successeur dans l'enseignement de la minéralogie.

« Quand nous revenions à l'auberge, la journée finie, un peu las sur la route démesurément allongée, Mallard, qui n'était jamais fatigué, causait volontiers avec nous. A l'amphithéâtre, aux travaux pratiques, à l'École enfin, nous l'avions trouvé un peu froid... Et comme il arrive souvent, cette intimidation émanée de lui le gênait à son tour. Ici, dans la campagne, à cette heure tranquille du soir, ce n'était plus le même homme, ou plutôt c'était Mallard lui-même, tel que l'ont connu ses amis les plus intimes, avec sa simplicité touchante et sa bonhomie berriçonne, qui n'excluait pas une pointe de malice. La conversation, comme il convenait, commençait par la géologie... Puis on causait minéralogie, et je vois toujours

son étonnement, son indignation même, quand il entendait parler de l'aridité de la cristallographie... Sur cette âme droite et limpide, le scepticisme n'avait jamais eu la moindre prise ; il croyait à la science, il avait foi en elle ; ses conquêtes l'enthousiasmaient. »

Il ne possédait pas seulement cette perspicacité et cette précision dans les observations, dont l'absence les frapperait de stérilité, cette sagacité, parfois subtile, dans les interprétations et cette rigueur dans les raisonnements, qui brillent au cours de ses études cristallographiques ; mais aussi et à un degré éminent, cet esprit d'invention, qui domine tout le reste et qui établit les rangs parmi les hommes de science.

Sans doute, ni la politique active et ses obligations impérieuses, ni la philosophie et la discussion des problèmes de notre destinée ne furent les mobiles principaux de son existence : ce serait trop exiger que de réclamer de chacun de nous le développement intégral de toutes les facultés humaines. Ne croyons pas cependant que Mallard demeurât étranger à ces nobles idées. « Il ne faut pas », disait-il dans une conférence publique en 1872, à Rive-de-Gier « que l'homme s'exalte trop ; il faut qu'il se rappelle sans cesse ce qu'il est, une petite lumière vacillante, d'une durée éphémère. Mais il faut encore bien moins qu'il arrive à se mépriser... Ce qui fait à mes yeux notre véritable grandeur, notre véritable supériorité, ce n'est pas que nous sommes mieux chauffés, mieux habillés, mieux voiturés que nos pères, c'est que nous savons plus qu'eux. »

C'est ainsi que Mallard vécut loin du monde, amoureux du pur idéal, qu'il concevait comme identique avec la no-

tion même de Dieu, telle qu'il l'avait reçue de sa famille et de son milieu originel. Il resta dans une condition modeste, n'ayant jamais voulu tirer parti de la pratique des affaires. Jamais il ne douta qu'il n'eût choisi la meilleure part.

Comme la plupart des savants, Mallard demeura renfermé dans ce domaine du devoir individuel et professionnel, dans cette région élevée de la science, qui suffit à remplir toute une existence d'homme ; son œuvre y a pris une importance capitale, et qu'elle conservera dans l'histoire des sciences contemporaines.

II

Retraçons maintenant le cours régulier de cette existence méthodique. Il comprend à la fois les incidents normaux de la carrière professionnelle d'un homme de notre temps, déroulée réglementairement depuis le titre d'élève ingénieur jusqu'aux plus hauts grades d'inspecteur général des mines et de membre de l'Institut, et les événements individuels ou collectifs, voyages et concours patriotique à la Défense nationale, qui y ont introduit quelque variété, où se marque mieux son caractère. Enfin nous dirons comment sa carrière même l'introduisit dans la voie des recherches personnelles, où son génie d'invention, lentement excité, mais toujours grandissant, l'amena vers la fin de sa vie jusqu'aux problèmes naturels les plus élevés.

Au sortir de l'École des mines (1856), Mallard fut nommé à vingt-trois ans élève ingénieur, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Guéret. Ses premiers voyages, destinés, suivant l'usage, à compléter son instruction,

furent des missions dans le nord de la France, en Belgique et en Allemagne. Son service était peu chargé. Cependant il avait à s'occuper des cartes géologiques de la Creuse et de la Haute-Vienne, et il poursuivit pendant plus de dix ans des courses pour les exécuter. Il fit une étude spéciale des roches cristallisées du plateau central : vingt-deux espèces différentes de masses minérales sont représentées sur ses cartes.

Dans ces courses, il fut amené à mettre en œuvre les connaissances archéologiques qu'il avait acquises, en fréquentant l'archiviste du département. Il découvrit en effet dans la Creuse, à Montebbras, des gisements d'étain, au fond d'excavations inexplicables, et devenues l'objet de terreurs superstitieuses. Ces gisements, exploités dans l'antiquité, du temps des Gaulois, ont joué un rôle important dans l'histoire du monde. En effet, à une certaine époque, les armes de bronze ont succédé aux armes de pierre, employées par les premiers hommes. Or le bronze est un alliage de cuivre et d'étain. Si le cuivre se rencontre en bien des lieux, les minerais d'étain sont rares. En Europe, les plus anciennement mis en œuvre se trouvaient aux îles Cassitérides, c'est-à-dire vers la Cornouaille d'aujourd'hui. A une époque où le commerce était si difficile, on conçoit quelle importance devaient présenter les moindres gisements d'un métal si rare et si utile. Mallard en reconnut la trace au centre de la France, dans un certain nombre de gîtes autrefois exploités du Limousin et de la Marche, où ils étaient habituellement accompagnés par des minerais d'or : ce qui a fait dire que cette région avait représenté à une certaine époque une sorte de Californie gauloise. Il

est question, chez les historiens, de la richesse en or de ces populations, un siècle avant la conquête romaine. Le gîte de Montebras, où se trouve l'étain, existe d'ailleurs sur le territoire des Bituriges Cubes, auxquels Pline attribue l'invention de l'étamage. L'étude des gisements d'étain fut l'objet d'un premier mémoire de Mallard, présenté à l'Académie en 1865. Ces gîtes devinrent alors l'objet d'une extraction industrielle, qui n'eut pas d'ailleurs longue durée.

En 1859, il avait gravi de nouveaux échelons dans sa carrière. Il avait été chargé à l'École des mines de Saint-Étienne d'un enseignement, comprenant l'exploitation des mines, la géologie, la minéralogie et la physique. Il y acquit l'expérience technique qui lui manquait jusque-là, notamment pour le grisou, qui devait le préoccuper jusqu'à la fin de sa vie. Il continuait à « faire des courses géologiques à travers le lias et l'oolithe ». En 1863 notamment, il parcourut avec son ami, M. Vicaire, les Alpes du Dauphiné, en mission officielle.

Ce voyage avait lieu le long de la frontière italienne, objet, à ce moment, d'une surveillance spéciale de la part de la police impériale, qui redoutait des attentats contre la vie de l'empereur. Nos voyageurs excitèrent plus d'une fois la méfiance de la gendarmerie. Aujourd'hui, on ne ferait pas exposé à de moindres mésaventures de la part des carabiniers italiens, qui craignent l'inspection de leurs sortifications.

Un soir, arrivant à la nuit noire dans une petite localité du Queyras, après une longue marche, nos voyageurs se virent demander leurs papiers par un jeune officier des

douanes. A défaut de passeport, Mallard exhibe sa lettre de mission du ministre des travaux publics, M. Rouher. « Rouher! » répond avec dédain le douanier. « Connais pas! Je ne connais que M. de Persigny, ministre de l'intérieur. » Tous ils ignoraient que M. de Persigny avait cessé d'être ministre. La nouvelle n'était pas parvenue au fond du Queyras.

Quoi qu'il en soit, le douanier insistait et les voyageurs n'avaient aucun moyen de lui donner satisfaction. « Enfin », lui dirent-ils en désespoir de cause, « arrêtez-nous, si vous voulez, mais vous n'avez pas le droit de nous détenir ici; vous allez nous conduire séance tenante à la sous-préfecture. » Cette mise en demeure, plus ou moins fondée, venant à l'appui des réflexions que l'officier faisait depuis le commencement de l'entretien, produisit un effet instantané, et le douanier enfin convaincu qu'il n'avait pas devant lui de féroces *carbonari*, non seulement cessa de les inquiéter, mais se mit en devoir de leur procurer un guide pour le lendemain et, pour le soir même, un gîte. Ce n'était pas chose facile, Toutes les auberges étaient occupées par les marchands de moutons, venus pour une foire. Nos voyageurs finirent cependant par trouver, grâce à leur nouvel ami, une chambre au plafond confortablement garni de jambons suspendus; le lendemain, la fontaine publique du village leur offrit un lavabo à bon marché. Ce n'était pas la première aventure de ce genre, à laquelle Mallard fut exposé dans ses courses géologiques. Il arriva plus d'une fois au voyageur inoffensif d'être pris pour un criminel.

C'est ainsi que nous assistons à la vie de Mallard, par

sa correspondance privée de cette époque. Ses lettres, d'une écriture fine et rapide, bien alignée, parfois difficile à lire, nous montrent à découvert cette âme sincère et affectueuse, dévouée aux siens et à ses amis, au milieu des mille petits incidents de la vie ordinaire et des voyages ; jusqu'au jour où il sera atteint, à son rang, par les tragiques événements de 1870. J'en détache seulement quelques lignes, de mise dans cette enceinte : elles sont relatives aux compétitions académiques, à l'époque où il y était encore étranger. Un membre de la section vient de mourir. « Déjà les ambitions doivent s'éveiller. Le pauvre défunt était bien pourvu de places. » Il les énumère, en accompagnant le nom des aspirants de réflexions personnelles que je supprime, pour ne pas mettre en jeu des confrères que nous avons connus. Il s'apitoie sur un candidat perpétuel : « L'infortuné arriverait-il enfin à l'Académie ? » Et il termine par cette réflexion philosophique d'un homme encore désintéressé et qui applique aux choses de la vie le langage d'un polytechnicien : « Il est inutile de chercher une solution à un problème, qui en admet beaucoup et qui en recevra certainement une. » Ailleurs, c'est la petite cuisine des arrangements et combinaisons personnels : il a affaire à un compétiteur, ancien collègue, qui demande à faire un cours pour rentrer en activité, ne fût-ce que pendant un mois, ce qui lui permettrait d'être nommé de première classe. Telle est, de notre temps, la vie privée d'un fonctionnaire et d'un futur académicien.

Jusqu'alors, il s'était renfermé dans les cadres et les tournées professionnelles d'un ingénieur. En 1869, âgé de

trente-six ans, il pense enfin à prendre quelque répit et à s'ouvrir ces horizons de l'art et de l'histoire, sans lesquels on ne saurait avoir de vues suffisantes sur l'humanité. Son voyage en Italie, fait en compagnie du capitaine d'artillerie Bouchard, son ami, avait cependant pour objet apparent, ou, si l'on aime mieux, pour prétexte, l'étude des volcans de cette région, le Vésuve et l'Etna. Ce voyage fut pour lui, comme pour nous tous, qui avons accompli le même itinéraire, une révélation. Les impressions de Mallard, devant les musées de Florence et de Rome, la lumière de Naples, les montées de l'Etna, les aspects désolés de la campagne romaine, sont consignées dans ses lettres à son frère. Si elles ne nous font connaître rien de nouveau en ce qui touche l'objet de son voyage, elles nous montrent l'impression personnelle profonde éprouvée par Mallard et l'élargissement de ses horizons moraux. Si ses aperçus sur la littérature et la politique sont ceux d'un simple amateur de ce temps, on y voit poindre cependant la liberté de son esprit, à propos des funérailles civiles de Sainte-Beuve. Mais il aimait à rester étranger aux préoccupations de la vie publique : il était cependant sur le point d'y être jeté malgré lui.

Le 16 juillet 1870, le lendemain de la déclaration de guerre, il était parti pour le Chili en compagnie d'Edmond Fuchs, pour examiner les mines de la Société de Vallenar. Il était agité de tristes pressentiments : « Nous avons donc la guerre, écrit-il ce jour-là même... Je crains bien que ce ne soit la ruine de la France. »

Cependant, tout à la mission qu'il a acceptée, il s'embarque, et ses lettres écrites à bord du paquebot montrent

les portraits amusants et fins de ses compagnons de voyage, membres ou agents de la Société de mines qui lui demandait un rapport. C'est le comte de ***, âgé de 66 ans, ancien garde du corps de Charles X, ennemi de Louis-Philippe, puis rallié à l'Empire, qui l'envoya dans les consulats ; il nourrit jusqu'au bout l'espérance, toujours trompée, de s'enrichir. C'est un comte polonais, âgé de 25 ans, zouave pontifical, soldat de Mentana, qui veut refaire sa fortune ébréchée par une vie désordonnée ; c'est un autre aventurier, d'âge déjà mûr, hâbleur, trapu, tirant le pistolet, « aimant les cartes, les belles et le Café anglais ». Le seul homme sérieux, avec Mallard et Fuchs, était le fils d'un négociant de Roubaix, allant chercher à Valparaiso des débouchés pour les produits de son père, et décidé à faire sa fortune. On croirait, en lisant cette lettre, assister à l'émigration de nos contemporains pour le Tonkin, ou les colonies africaines.

Mallard arriva ainsi à Santiago, le 28 août 1870, sans rien savoir de France ; on n'avait pas encore à ce moment au Chili le télégraphe transatlantique. Le 18 septembre, il fut atteint par la nouvelle de nos désastres : le 10 octobre, frappé au cœur, il se rembarquait.

Nous le retrouvons dans les premiers jours de décembre, aux ordres du gouvernement de la Défense nationale. Là aussi, son histoire est celle de nous tous : sentiment énergique du devoir patriotique, bonne volonté sans limite mise à la disposition des chefs de la Défense, alternative d'espoirs momentanés et de déceptions durables, mêlés des regrets de la famille absente ; sans autre consolation que celle tirée de l'activité personnelle, avec laquelle on accomplissait les

tâches ingrates qui nous étaient assignées; douleur profonde de notre impuissance et des malheurs qui s'accumulaient sans relâche, jusqu'au jour où il fallut accepter la catastrophe et la mutilation définitives.

Le 6 décembre 1870, Mallard s'installait à la manufacture d'armes de Saint-Étienne, comme chef d'une fabrication qu'il ne connaissait pas. « Je travaille à me mettre au courant, j'espère y être utile. » Mais un homme de ce mérite ne pouvait être laissé dans un poste inférieur, à un moment surtout où la direction de la Guerre était remise aux mains d'un ingénieur, M. de Freycinet, dont le vaste effort est demeuré présent à la reconnaissance nationale. Le 22 décembre, Mallard, appelé à Bordeaux, était nommé ingénieur en chef du génie civil, d'abord au 17^e corps, à l'armée de Chanzy, puis au 18^e, à l'armée de Bourges, commandée par le général Billot. Mallard rejoignit son corps le 23 décembre à Nevers, avec les mobiles du Cher. Après trois mois de luttes, Gambetta était enfin parvenu à soulever la France. Mais il était trop tard; un tiers du territoire se trouvait envahi, et l'on n'avait plus le temps d'organiser et d'exercer les masses que l'on armait. Mallard n'avait accepté qu'à regret une position d'ingénieur en chef, dans un service pour lequel il n'existait ni cadres, ni approvisionnements techniques. Cependant il exprime son espérance dans le succès final.

Le général Billot, d'ailleurs, l'avait accueilli avec son affabilité ordinaire et excité par l'exemple de son activité. C'est ainsi que Mallard assista à la bataille de Villersexel, « du haut d'une colline en recul ». Les troupes se dessinaient en noir sur la neige, éclairées par un beau soleil;

les Vosges formaient le fond du tableau. Mais en même temps que le côté pittoresque de la guerre, il en voit aussi les violences et les tristesses. Les zouaves et les artilleurs arrivent la nuit. « En un moment, tout le bois qui pouvait exister à proximité, les clôtures, les haies, les arbustes, tout cela était coupé et flambait. » Et il reproduit leurs plaintes contre « ces gueux de propriétaires, qui cachent leurs voitures et leurs chevaux : de pareilles prétentions ne sauraient être plus longtemps tolérées. On arrive, ajoute-t-il, à penser cela très sérieusement. » A la guerre, dit-il encore, « on ne songe qu'à soi ; et comme on a fort à faire, on n'a pas le temps de penser au bon droit ou à la justice ».

Chacun de nous a vu et senti tout cela. Chacun peut dire :

*Quæque ispe miserrima vidi
Et quorum pars... fui.*

L'année 1872 marque le point de départ d'une nouvelle ère dans la vie de Mallard. Au mois d'octobre il est appelé à Paris, pour occuper à l'École nationale des Mines la chaire de minéralogie, vacante par la nomination de M. Daubrée comme directeur. Il y inaugura une nouvelle méthode pour enseigner la cristallographie. Ses idées originales s'éveillent, sa réputation commence et, avec le loisir de la réflexion, son génie personnel, jusque-là à peine manifesté, prend enfin son essor.

Sa vie privée, en dehors de ses travaux, ne présente plus d'ailleurs que peu de péripéties. Il fut nommé inspecteur général des Mines en 1886, et élu en 1890 à l'Académie, comme successeur d'Hébert : il avait 57 ans, et tout nous faisait espérer de voir grandir de jour en jour sa

réputation déjà devenue européenne, lorsque, après quatre ans à peine, nous eûmes la douleur de le perdre.

III

Les travaux scientifiques de Mallard appartiennent à deux catégories principales : travaux en participation, tels que ceux de la carte géologique de France et des Commissions du grisou, et travaux personnels, tels que les recherches et théories cristallographiques. Une distinction essentielle doit être faite ici. Certes, en raison de son zèle, de son activité et de son initiative, Mallard prit une part très grande, et parfois prépondérante aux études des Commissions dont il fit partie : toutefois on ne doit pas oublier que ce genre d'études est, par sa nature même, collectif surtout lorsque les Commissions, telles que celles du grisou, ou des matières explosives sont composées d'hommes éminents et spéciaux, qui apportent une part individuelle au plan, à la direction et à l'exécution des expériences : ce serait dès lors exagérer le rôle du rapporteur, que de lui attribuer l'ensemble de l'œuvre commune. Une fois accomplie, elle appartient à tous, dans une proportion sans doute inégale, mais que l'on ne saurait assigner avec une justesse mathématique.

Dans les travaux personnels, on peut préciser davantage ; ou du moins établir un historique, fondé sur la connaissance exacte de la nature et de la date des publications des différents auteurs. Le mérite des découvertes de Mallard éclate mieux ici, dans leur grandeur et leur originalité.

Il débuta par des études de géologie, exigées et réglées

dans leur direction par l'accomplissement de ses devoirs d'ingénieur, que dirigeaient les instructions d'une Commission centrale : il dressa les cartes des départements de la Haute-Vienne et de la Creuse, et acquit une connaissance approfondie du terrain primitif du Plateau central de la France ; spécialement des granites et des porphyres. Il participa ainsi à ce travail des classifications, si nécessaire en histoire naturelle, si intéressant en présence des objets eux-mêmes, mais qui demeure toujours transitoire, sujet à une revision et à une transformation perpétuelle.

Les recherches de Mallard sur le grisou, exécutées au nom de Commissions techniques, ont une tout autre importance. Elles ont duré vingt-six ans et conduit à des résultats de premier ordre. C'est un chapitre intéressant de l'histoire des sciences appliquées dans notre temps. Son enseignement à l'École des mines de Saint-Étienne l'obligea d'abord à se tenir constamment au courant des questions relatives au grisou, cause de catastrophes incessantes dans les mines de charbon de terre. Guidées à la fois par l'intérêt social, par l'humanité et par les intérêts privés, les Sociétés industrielles n'ont cessé de faire des recherches, pour connaître les causes du grisou et pour prévenir les effets de ce fléau, ou du moins pour les atténuer. C'est dans tous les pays civilisés l'objet nécessaire des observations et des expériences des ingénieurs des mines ; spécialement en France, en Angleterre, en Allemagne. Mallard, à son jour, fut appelé à cette œuvre collective. En 1868, il débuta comme membre d'une Commission choisie par la Société de l'Industrie minérale de Saint-Étienne : il s'agissait de soumettre à une nouvelle

étude la lampe de Davy et ses perfectionnements. La lampe de Davy, si célèbre lors de sa découverte, avait été regardée à juste titre comme un bienfait pour l'humanité et comme une sauvegarde de la vie des mineurs contre les explosions. Mais on s'accoutume aux services, et les inconvénients secondaires des inventions finissent par apparaître. Ils devinrent de plus en plus évidents dans le cas du grisou, à mesure que la sécurité relative amenée par cette lampe augmentait l'audace des mineurs et l'intensité toujours croissante des exploitations. Aussi les ingénieurs des diverses nations poursuivent-ils sans relâche leurs études pour perfectionner la lampe de Davy.

Mallard, dans ses premiers rapports, définit les règles nécessaires pour rendre efficace la protection de la lampe modifiée : vitesse des courants gazeux, vitesse de la propagation de la flamme, refroidissement par la toile métallique, qu'il fallait placer à l'issue des gaz de la combustion. C'est un travail d'ingénieur bien fait, plutôt qu'une œuvre originale.

La question reparut en 1877, sous la pression de l'opinion publique, excitée par de nouvelles catastrophes où périrent des centaines de mineurs. P. Bert, avec son ardeur accoutumée pour toute œuvre humanitaire, proposa la nomination d'une grande Commission du grisou, sous le patronage de laquelle Mallard exécuta une vaste série de recherches expérimentales qui ont fait époque, en précisant les conditions de l'inflammabilité et de la protection, à un degré que l'on n'avait pas encore réalisé.

En ce qui touche le grisou lui-même, il définit la température d'inflammation, fixée vers 650°; le retard à l'inflam-

mation ; la limite d'inflammabilité, vers 6 centièmes du gaz combustible ; la vitesse de propagation, variable suivant le degré d'agitation du mélange et la nature des courants gazeux, depuis une vitesse presque nulle, jusqu'à des vitesses énormes. Mallard les avait fixées vers 100 mètres par seconde, mais leur limite extrême répond en réalité à la vitesse de propagation de l'onde explosive, dont il ignorait l'existence. Il mesure la grandeur des pressions explosives, en vase clos du moins et dans un gaz immobile. Il entre dans les détails les plus circonstanciés sur toutes les questions qui se rattachent au grisou : gaz comprimés dans un corps poreux, auréole de la flamme de la lampe, conditions de la ventilation, etc. Rien n'est négligeable, rien n'est dénué d'intérêt dans les questions qui touchent de si près à la vie humaine.

Les recherches de Mallard, exécutées avec la collaboration d'un savant extrêmement habile, M. Le Chatelier, constituent un ensemble remarquable d'études sur les propriétés des gaz. Elles ont été consignées dans un grand et beau mémoire, publié aux *Annales des Mines*. Parmi les questions qui y sont traitées, l'une des plus intéressantes à coup sûr est celle de la chaleur spécifique des gaz simples et composés, et de ses variations. Elle est liée intimement avec la température de combustion des mélanges gazeux et avec la pression développée par ceux-ci dans des systèmes explosifs et confinés. J'ai, pour les travaux de Mallard et Le Chatelier sur ces questions, une estime d'autant plus haute, et je suis d'autant plus heureux de constater la grande importance de leurs résultats que nous poursuivions à la même époque avec M. Vieille, d'une façon parallèle,

quoique indépendante, une série d'expériences sur la même question ; nous sommes parvenus aux mêmes conséquences, relatives à la variation des chaleurs spécifiques des gaz simples, à des températures qui s'étendent jusqu'à 4500°. Il est toujours utile, en des matières aussi difficiles et aussi controversées, d'établir la concordance des travaux exécutés par des expérimentateurs indépendants. La question abordée ainsi est l'une des plus hautes et qui comportent le plus de conséquences en physique.

Cependant les problèmes, d'ordre à la fois théorique et pratique, relatifs à l'exploitation des mines et spécialement au grisou, sont en nombre indéfini, et ils ne cessaient de préoccuper Mallard. On sait que l'une des causes les plus redoutables et les plus fréquentes des accidents, résulte de l'emploi des explosifs dans les mines. On leur attribue les deux tiers de ces accidents. Mais leur emploi est inévitable dans la plupart des exploitations. L'étude de cette question exigeait un matériel spécial. Elle fut confiée en 1887 à la Commission des substances explosives, que j'ai l'honneur de présider : nous appelâmes Mallard dans notre sein, comme représentant le ministre des Travaux publics. Il prit une part très considérable à ces travaux, dont il fut ensuite le rapporteur. C'est ainsi qu'avec le concours intellectuel et matériel des hommes les plus compétents furent exécutées nos expériences. On cherchait alors de toutes parts, en Europe, des explosifs dits de sûreté, avec l'idée d'abaisser la température de l'explosion, sans nuire à l'effet exercé dans le trou de mine par la matière explosive. L'addition des sels hydratés et des matières inertes les plus variées avait été mise en avant dans ce but. La Commission fut

conduite, après de nombreux essais, à étudier pour cet objet, sur la proposition de Mallard, les explosifs à base d'azotate d'ammoniaque, aujourd'hui en usage dans la plupart des exploitations; leur efficacité a été constatée par les expériences exposées dans le Rapport de Mallard. On conçoit d'ailleurs que cette efficacité ne soit pas absolue, en raison des conditions complexes du problème et des cas exceptionnels qui peuvent se présenter dans la pratique. Malgré ces réserves, les nouveaux explosifs dits de sûreté se sont répandus dans la pratique; ils ont préservé et préservent chaque jour une multitude de vies humaines, c'est-à-dire qu'ils remplissent l'un des buts les plus élevés que puissent se proposer les savants dans l'application de leurs travaux.

Jusqu'ici j'ai parlé surtout des travaux et des découvertes professionnelles de Mallard, et de la supériorité toujours croissante avec laquelle il a abordé les questions soumises à son examen. Cependant ces travaux, quel qu'en soit l'intérêt, n'auraient pas attaché à son nom ce cachet de supériorité ineffaçable, reconnu de ses émules, qui a propagé sa réputation dans le monde civilisé, et gravé son souvenir aux premiers rangs dans l'histoire des sciences. C'est en cristallographie que ses plus grandes découvertes ont été accomplies; elles se sont succédé, suivant une progression logique, dans l'espace d'une douzaine d'années; sous le coup de cette excitation nécessaire au génie et qui lui procure la même fièvre et la même jouissance qu'un voyage de découvertes à travers une région inconnue.

Théorie des groupements pseudo-symétriques, théorie de la polarisation rotatoire, théorie des propriétés physiques des mélanges isomorphes, théorie du polymorphisme,

réduction en principe de tous les systèmes cristallins à un seul, le système cubique : telles sont les conceptions nouvelles et systématiquement enchaînées qui se présentèrent graduellement à l'esprit créateur de Mallard. Essayons d'en donner quelque idée, autant que le caractère abstrait du sujet nous permettra de le faire. Dans cette enceinte et devant cet auditoire, on ne doit pas redouter l'exposition des idées générales qui ont guidé une si haute et si lucide intelligence ; il convient d'insister particulièrement sur leur caractère philosophique.

On connaît la conception de Haüy sur la forme des cristaux, qu'il a proposé de déduire d'une molécule intégrante fondamentale, de forme prismatique, déterminée par les longueurs et les inclinaisons de ses trois axes. De là résulte une symétrie nécessaire, suivant laquelle s'assemblent des myriades de molécules pareilles : ainsi se constitue la variété indéfinie des formes dérivées, qui caractérisent chaque substance cristallisée. Cette conception, sans doute trop matérialisée par Haüy, avait été transformée peu à peu et traduite par des lois géométriques, supposées invariables et qui ont paru à un certain moment constituer la cristallographie à l'état de science purement mathématique et définitive. Bravais y mit le sceau, en substituant aux molécules intégrantes de Haüy la notion d'un groupement de points, constitué par les centres de gravité moléculaires, alignés suivant des lois plus générales encore. La constitution réticulaire des solides parut alors le dernier mot de la science.

Or, par cette antinomie qui se manifeste dans l'évolution de tous les systèmes scientifiques, c'est à ce moment

même où la théorie fondamentale d'Haüy semblait parvenue à son degré suprême de perfection, c'est à ce moment, dis-je, que cette théorie était sur le point de s'écrouler. En effet, on allait établir par des observations et des vues plus profondes encore, que le moule fondamental constitutif du cristal, c'est-à-dire l'ensemble de ses points ou particules, est indépendant du contenu : la symétrie en est régie par des lois propres. Le seul lien essentiel qui existe entre le moule et son contenu, c'est une certaine accommodation, assujettie à des relations régulières. Telle est la grande découverte de Mallard. Il y est parvenu par degrés. Au début de ses travaux, il avait commencé par développer encore la conception de Bravais, la regardant comme offrant un caractère de nécessité mécanique. C'est en cherchant à l'étendre aux faits nouveaux, révélés par les études optiques, qu'il arriva à bouleverser les anciennes idées, pour y substituer des vues qui les comprennent dans une synthèse plus large, et concilient des notions en apparence contradictoires.

En effet, nous pouvons étudier les solides cristallins par deux voies différentes : ou bien par les mesures, qui définissent la disposition des faces et des angles du polyèdre extérieur. — c'était là toute l'ancienne cristallographie ; — ou bien, en examinant la structure intérieure, définie par une élasticité variable suivant les directions. Cette élasticité se manifeste à la fois par l'inégalité des dilatactions et des propriétés calorifiques, ou électriques, et surtout par les phénomènes optiques de double réfraction et de polarisation. Sans doute, il existe un grand nombre de cristaux, pour lesquels il y a accord entre la structure exté-

rière et la structure intérieure. Cependant, en dehors du système cubique, cet accord ne saurait demeurer parfait à toute température, parce que les coefficients de dilatation varient suivant les directions. Un cristal non cubique ne demeure donc pas semblable à lui-même : il se déforme, à mesure qu'on l'échauffe. Aussi les lois purement géométriques d'autrefois ne s'appliquent-elles que d'une manière approximative aux cristaux réels. Il y a au cœur même de la cristallographie une antinomie irréductible. Cette antinomie est plus ou moins marquée, suivant la nature des cristaux, mais elle se révèle d'une manière frappante dans l'étude d'un grand nombre d'entre eux. Les études optiques, particulièrement cultivées depuis un demi-siècle par des Cloizeaux, de Sénarmont, et des physiciens et des minéralogistes que je n'ai pas à énumérer ici, ont montré que la structure intime des cristaux obéit à des lois de symétrie toutes différentes de celles que leur forme apparente aurait fait supposer. Il y a souvent désaccord entre la symétrie intérieure des cristaux et la symétrie du polyèdre extérieur. Des cristaux extérieurement cubiques, quadratiques, hexagonaux, possèdent parfois une symétrie interne, qui semble sans aucun rapport avec leur forme. Il y a plus : non seulement un cristal d'apparence cubique, tel que la boracite, taillé en lames minces, peut manifester d'après les phénomènes optiques une structure toute différente et bien plus compliquée ; mais cette structure change, conformément à ce que je viens de dire avec la température. Si on échauffe la lame, à un certain moment, elle se remplit de petites lamelles hémitropes ; à une température plus élevée, la biréfrin-

gence disparaît et le corps devient cubique, à l'intérieur comme à l'extérieur.

Ces étranges phénomènes, que l'observation des minéraux multiplie chaque jour, ont donné lieu à bien des hypothèses : polarisation lamellaire, trempe et tension intérieure, etc. Mais aucune ne résista à la discussion, jusqu'au jour où Mallard aborda à son tour le problème et le résolut ; autant du moins que la solution d'un problème naturel peut être déclarée définitive.

D'après ses idées, les cristaux réputés simples résultent d'une association multiple d'individus, groupés sous une enveloppe commune, dont la symétrie est plus générale et plus grande que celle des individus isolés. A cet égard, il distingue deux classes de groupements : les macles et les groupements par pénétration, ou groupements par juxtaposition pseudo-symétrique.

L'originalité de Mallard éclate principalement dans la conception et l'étude de ces groupements pseudo-symétriques. Un tel groupement est le privilège des cristaux à symétrie limite, au sens absolu ou approximatif. Cette symétrie, qui fait défaut aux molécules elles-mêmes, se manifeste seulement dans le réseau des centres de gravité moléculaire. La faiblesse des écarts permet le développement d'orientations communes au réseau, sans appartenir à la molécule. Par exemple, la boracite cristallise en dodécaèdres rhomboïdaux, appartenant au système cubique : mais le dodécaèdre qui la caractérise est construit par la juxtaposition de douze pyramides, appartenant à un autre système et qui se rejoignent au centre du cristal : l'étude optique les manifeste.

Mallard soumit ses idées à une multitude de vérifications et d'expériences ingénieuses, exécutées avec le concours de M. Le Chatelier, dont le nom ne doit pas être oublié ici. On conçoit, par exemple, comment la chaleur, en modifiant les groupements réticulaires, peut changer le caractère optique d'un cristal. Tel est le cas des corps dimorphes, que Pasteur avait déjà signalés comme appartenant à des formes limites. Laurent avait aussi entrevu quelque chose d'analogue, mais sans le bien démêler. Mallard développe ces faits et, les approfondissant toujours davantage, il constate que les formes limites, intermédiaires entre deux symétries différentes, sont les types généraux vers lesquels tendent tous les corps cristallisés. Le réseau moléculaire de tous les corps est, avec une certaine approximation, le réseau cubique lui-même. En d'autres termes, et suivant un langage purement géométrique, dans cet ordre de phénomènes la variation des propriétés physiques des corps est toujours exprimée par un ellipsoïde, et l'observation démontre que cet ellipsoïde ne s'écarte jamais beaucoup d'une sphère, la différence des axes extrêmes dépassant rarement un dixième.

M. Le Chatelier a exprimé l'ensemble de ces relations sous une forme simple et frappante, en disant que les choses se passent comme si les molécules tendaient à se grouper à la façon d'une pile de boulets, dont les centres forment un réseau cubique, en occupant le minimum d'espace; arrangement qui permet de placer dans un espace donné le nombre maximum de molécules : ce qui semble répondre au maximum de stabilité.

Ces vues hardies ne furent pas énoncées tout d'abord

et d'un seul coup. Mallard demeura le premier surpris de la généralisation progressive, à laquelle la conception initiale conduisait sa pensée. Mais, au lieu de reculer, comme l'eût fait un esprit plus timide, il avança avec une audace toujours croissante, à mesure que ses idées devenaient plus claires et mieux appuyées par l'observation et l'expérimentation. Il a fallu quelque temps aux autres physiciens pour le comprendre et pour le suivre. Ceux-là qui n'ont pas pratiqué les hommes et surtout les savants, enfermés et comme aveuglés dans leurs propres systèmes, ont seuls la naïveté de s'attendre à ce que la vérité triomphe par sa pure manifestation.

Les objections abondèrent aussitôt, ainsi que les observations qui avaient la prétention de contredire l'idée nouvelle. De nombreuses discussions sur ce sujet eurent lieu à la Société française de minéralogie. Tandis que les uns, frappés de la grandeur et de la simplicité des conceptions de Mallard, les accueillirent avec enthousiasme, les autres les contestaient avec acharnement. En Allemagne surtout, elles rencontrèrent une vive opposition, comme il est arrivé plus d'une fois aux théories et aux idées françaises. Je ne sais si cette opposition n'est pas mêlée d'éléments étrangers à la science.

Quoi qu'il en soit, les découvertes théoriques de Mallard, appuyées par des expériences et des contrôles multipliés, ont fini par triompher. Elles sont aujourd'hui généralement acceptées par les hommes compétents. Elles excitent parmi ceux-ci, notamment en Angleterre, une admiration qui n'est pas inférieure à celle des savants français. « La minéralogie est en deuil de son plus profond philo-

sophe », disait-on naguère à la session de l'Association britannique tenue à Oxford.

Cependant Mallard ne cessait de développer ses idées, avec une méthode et une force logique admirables. Il en a tiré bien d'autres conséquences, que je ne puis signaler ici, m'étant déjà trop étendu peut-être sur des notions abstraites.

Toutes ces découvertes, annoncées successivement dans des mémoires spéciaux, devaient être, comme il convient à un travail d'ensemble, présentées dans un ouvrage général, un traité de cristallographie, où Mallard se proposait d'exposer cette science tout entière, coordonnée et renouvelée au point de vue de ses idées fondamentales. Deux volumes de ce traité ont paru : mais le troisième, consacré à la théorie de la structure et de la cristallogénie, c'est-à-dire le plus original, et celui auquel il ne cessait de travailler en s'ouvrant des horizons nouveaux, ce dernier volume, qui devait achever l'entreprise originale de Mallard, n'a pas été terminé. La mort est venue à l'improviste éteindre cette puissante intelligence et arrêter l'accomplissement d'une œuvre, assez avancée cependant pour que nous puissions en comprendre la grandeur.

Quelques mots en finissant, pour montrer comment la conception nouvelle de la structure des matières minérales cristallines se rapproche des conceptions modernes relatives à la structure intime des êtres organisés. On retrouve en effet dans les deux ordres d'êtres ces relations singulières d'accommodation et d'harmonie, dont la similitude a de tout temps frappé les philosophes.

La matière minérale se manifeste à nous sous la forme

de certains groupements, les cristaux, êtres doués d'une structure symétrique que régissent des lois géométriques. Or nous venons de voir que, d'après les recherches les plus nouvelles, le cristal est en réalité constitué par l'association d'une multitude de molécules élémentaires, dont la structure individuelle est indépendante de celle de l'ensemble. Sa formation répond à une certaine tendance vers un arrangement symétrique, et même le plus symétrique parmi tous les arrangements possibles ; la nature tend vers les états extrêmes, les états intermédiaires répondant à des équilibres instables. La conciliation entre la symétrie de la masse et celle des molécules s'opère par des adaptations et des accommodations approximatives.

Il ne saurait d'ailleurs en être autrement. Tout arrangement qui concilie la structure de l'ensemble et celle des parties étant incessamment modifié par l'influence de la chaleur, de l'électricité, de la pression, et des divergents mécaniques, il n'y a point d'harmonie absolue, existant par la seule réaction des forces intérieures d'un système et indépendante de l'action des forces extérieures. Il y a là une contradiction, une antinomie de principe, entre la conception des lois absolues, purement pythagoriciennes, et la réalisation des existences positives et pratiques, contradiction qui se manifeste dans tous les corps, dans tous les phénomènes naturels.

Or, les mêmes antinomies apparaissent, lors de l'application de nos lois scientifiques aux êtres vivants. Les êtres vivants, végétaux et animaux, sont, eux aussi, constitués par l'assemblage de cellules élémentaires, assimilables aux molécules cristallines primitives ; elles répondent éga-

lement à une certaine détermination d'un état commun et plus général, l'état amorphe. Ici se présente un double point de vue : d'une part, ces cellules et leurs arrangements diversifiés règlent la structure intérieure et la disposition des tissus des êtres vivants; de même que les arrangements des molécules minérales, distribuées en réseaux, déterminent la structure intérieure des cristaux. D'autre part, les êtres vivants, envisagés soit dans leur ensemble, soit dans la constitution et la coordination des organes formés par leurs tissus spéciaux, et, d'une façon plus profonde encore, par leurs cellules individuelles; les êtres vivants, dis-je, obéissent aux lois de la morphologie, aussi générales que celles de la cristallographie. Ces lois découlent aussi de certains principes, qui n'ont jamais cessé de faire l'objet des études philosophiques des naturalistes. Elles ne sont pas une simple résultante des propriétés individuelles des éléments cellulaires, composant le système entier de l'être vivant : je veux dire qu'elles ne sont pas contenues en germe dans chacun des éléments de ce dernier, envisagés isolément, de façon à résulter de l'évolution personnelle d'un semblable élément; pas plus que le cristal entier ne dérive du développement d'une molécule intégrante fondamentale. Les lois de la morphologie correspondent, en principe, aux lois qui régissent les formes cristallines, et, ce qui est une analogie capitale, elles sont pareillement indépendantes des lois de la structure intérieure des particules élémentaires. De même que les corps cristallisés, rapportés à un double système de lois individuelles et collectives, les corps vivants présentent des conciliations et des harmonies perpétuelles

entre les lois de l'histologie et les lois de la morphologie.

Ces conciliations et ces harmonies ne se manifestent pas seulement dans l'ordre des lois purement biologiques ; mais on les retrouve dans l'ordre des lois physiques, en tant qu'applicables aux organes vivants, constitués par l'arrangement des cellules et des tissus. L'étude des organes des sens en fournit les preuves les plus frappantes. Chacun sait que l'œil est un organe merveilleusement adapté à la vision, comme l'oreille à l'audition. Mais ces adaptations procèdent toujours par à peu près ; les rayons lumineux, par exemple, ne se concentrent pas dans l'œil en un foyer unique, semblable à celui d'une lentille ; la vision distincte n'a pas lieu davantage à une distance unique ; la concentration varie suivant les différentes couleurs, c'est-à-dire que l'œil n'est point un instrument achromatique.

En un mot, la nature organique, aussi bien que la nature minérale, opère à la façon de l'industrie humaine. Elle aussi procède par un à peu près, par une tricherie perpétuelle, pour parler le langage pratique des mécaniciens : je veux dire en harmonisant des effets inconciliables en géométrie absolue. Ces arrangements approximatifs présentent d'ailleurs des degrés différents, des solutions multiples, dans la série des cristaux, aussi bien que dans la série des êtres vivants. Dans tout être, minéral ou vivant, destiné à une existence permanente, il se manifeste une certaine tendance vers les arrangements, les accommodations, les harmonies. Telle est aussi la règle nécessaire des sociétés humaines.

Mais le moment est venu de nous élever à des conceptions plus hautes encore. En effet, gardons-nous de croire que cette coordination plus ou moins parfaite, ces adaptations, ces tricheries soient inhérentes à la nature des choses. En réalité, elles n'existent que dans l'idée que nous nous en formons. Elles résultent de la faiblesse de notre conception, incapable d'envisager le phénomène naturel dans son ensemble, d'en saisir d'un seul coup la synthèse idéale, ou, comme on aurait dit au moyen âge, la connaissance divine. C'est l'esprit humain qui, dans son impuissance, divise, pour les mieux pénétrer, des choses en réalité inséparables. C'est en vain que notre pensée s'efforce de représenter le monde par la superposition de lois simples, purement mathématiques, qui dans la réalité ne se superposent que d'une façon incomplète et ne se combinent jamais absolument. Un tel à peu près n'est pas dans la nature ; il est dans la représentation que nous nous en faisons.
