

INSTITUT IMPÉRIAL DE FRANCE.

---

ÉLOGE HISTORIQUE  
DE  
**MICHEL FARADAY**

PAR M. DUMAS

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

Lu dans la séance publique annuelle du 18 mai 1868.

---

Au moment où l'Académie daignait m'appeler aux fonctions illustrées par Cuvier, et dont l'éclat s'est perpétué sous la longue possession de M. Flourens, elle m'imposait le devoir de préparer, pour une séance publique prochaine, l'éloge de l'un des membres qu'elle a perdus. J'aurais voulu prononcer celui de mon éminent prédécesseur ; mais le délai était trop court, et son souvenir, d'ailleurs, n'est pas de ceux qui s'affaiblissent ; ses travaux ne redoutent pas l'épreuve du temps.

M. Flourens était entré à l'Académie des sciences, il y a quarante années ; il y remplaçait Bosc. Cinq ans après,

il succédait comme secrétaire perpétuel à Dulong, qui, ayant recueilli pour quelques mois l'héritage de Cuvier, était forcé par sa santé chancelante de l'abandonner à d'autres mains.

La lecture de l'ouvrage de M. Flourens sur les fonctions du cerveau, le mémorable rapport dont il fut l'objet de la part de Cuvier, avaient été comme un événement. Personne ne s'étonna donc de l'empressement avec lequel notre compagnie, forçant l'entrée de la section d'agriculture, y fit entrer un physiologiste, célèbre déjà, pour s'assurer sa coopération.

Au fauteuil de secrétaire perpétuel, qu'il a gardé pendant un tiers de siècle, M. Flourens a témoigné d'un zèle ardent pour les intérêts de l'Académie, d'un sentiment jaloux de la dignité des sciences et d'une préoccupation délicate des droits de ceux qui les cultivent.

Ayant à prononcer les éloges de Cuvier, de Geoffroy-Saint-Hilaire, de Blainville, de Magendie, de Jussieu et de De Candolle, M. Flourens ne pouvait échapper au désir d'écrire l'histoire contemporaine de la science de l'organisation. Il a tracé, en effet, le tableau vrai du mouvement des idées au début de ce siècle, relativement au problème de la vie.

Faire la part de M. Flourens dans ces analyses fines, caractériser l'influence qu'il a exercée lui-même, c'est une œuvre qui réclame une longue étude. L'Académie veut que ceux qui l'ont honorée soient loués dignement; elle me pardonnera d'avoir ajourné ce devoir, et elle comprendra cependant que mon respect pour la mémoire de mon éminent prédécesseur m'obligeait à consacrer mes premières paroles à l'expression de nos regrets pour sa personne et de notre souvenir pour ses travaux.

S'il est toujours difficile de parler au nom de l'Académie, comment aborder sans trouble cette tribune accoutumée aux succès de la parole, lorsqu'on est obligé de l'aborder presque sans préparation ?

Mais, en retraçant devant vous la vie de Faraday, du savant le plus accompli que l'Académie ait possédé, de l'homme excellent qui faisait la gloire de l'Angleterre, et qui en France ne comptait que des amis, il me semble que l'affection dont il m'honorait me protège.

Michel Faraday, l'un des huit associés étrangers de l'Académie des sciences, avait succédé en cette qualité à son illustre compatriote Dalton, le créateur de la théorie atomique moderne. Il avait mérité cet honneur, le plus grand dont notre compagnie dispose, par des travaux et des découvertes qui ont rendu son nom populaire dans les deux mondes et qui lui assurent pour toujours une place parmi les grands inventeurs. Comme Dalton, Faraday avait eu des commencements modestes ; sa vie n'avait, de même, connu d'autres devoirs que ceux qui se lient au culte de la science, et comme Dalton enfin, ses dernières années, condamnées au repos par les infirmités, furent honorées des témoignages du noble intérêt de la Reine, interprète de la reconnaissance de l'Angleterre pour la plus pure de ses gloires scientifiques.

Je ne sais s'il existe au monde un savant qui ne fût heureux de laisser en mourant des travaux pareils à ceux dont Faraday a fait jouir ses contemporains et qu'il a légués à la postérité ; mais je suis sûr que tous ceux qui l'ont connu voudraient approcher de cette perfection morale qu'il atteignait sans effort. Elle semblait chez lui comme une grâce na-



turelle, qui en faisait un professeur plein de feu pour la diffusion de la vérité, un artiste infatigable, plein d'entrain et de gaieté dans son laboratoire, le meilleur et le plus doux des hommes au sein de sa famille, et le prédicateur le mieux inspiré au milieu de l'humble troupeau religieux dont il suivait la foi.

La simplicité de son cœur, sa candeur, son amour ardent de la vérité, sa franche sympathie pour tous les succès, son admiration naïve pour les découvertes d'autrui, sa modestie naturelle, dès qu'il s'agissait des siennes, son âme noble, indépendante et fière, tout cet ensemble donnait un charme incomparable à la physionomie de l'illustre physicien.

Nous nous étions rencontrés dans notre jeunesse, à une époque où l'un et l'autre nous en étions à nos débuts. Nous nous sommes retrouvés souvent, lorsque ses brillantes découvertes excitaient la curiosité universelle, et pourtant, dans le laboratoire intime, quand il reproduisait pour moi la suite de ses expériences fondamentales, je me surprénais à oublier la science pour observer le savant, distrait des merveilles qu'il dévoilait dans la nature physique, par le désir de surprendre le secret de cette perfection morale qui se manifestait dans tous les mouvements de son âme.

Je n'ai pas connu d'homme plus digne d'être aimé, d'être admiré, d'être regretté. Je voudrais conserver sa physionomie à cette existence si calme ; en tracer un tableau coloré serait la dénaturer. Il n'y eut pas de drame dans la vie de Faraday ; elle doit être présentée sous cet aspect simple qui en fait la grandeur. Il y a plus d'une leçon utile à recevoir, cependant, de l'étude sincère de cet homme illustre dont la jeunesse traversa la pauvreté avec dignité, dont l'âge mûr

supporta la gloire avec modération, et de qui les dernières années s'éteignaient doucement naguère, au milieu des respects et des plus tendres affections.

La fidélité à la foi religieuse et la constante observation de la loi morale constituent les traits dominants de sa vie. Sans doute, sa ferme croyance en cette justice d'en haut qui pèse tous nos mérites et en cette bonté souveraine qui pèse toutes nos souffrances, n'a pas inspiré à Faraday ses grandes découvertes, mais elle lui a donné la droiture, le respect de soi-même, la force contre ses propres entraînements et l'esprit de justice, qui lui ont permis de lutter avec confiance contre la mauvaise fortune et d'accepter la prospérité sans en être enivré.

Michel Faraday était né le 22 septembre 1791, à Newington-Butts, près de Londres.

L'humble condition de ses parents, aggravée par l'état maladif de son père, ne lui promettait qu'une existence précaire. Faraday, qui mérite d'être offert comme modèle à tout jeune homme obligé de vivre du travail de ses mains, n'a rien dû qu'à lui-même, à son courage, à sa persévérance, à son génie. Dans cette aristocratique Angleterre, où le sort l'avait fait naître, parti de la condition la plus déshéritée, il s'est placé, par l'éclat du talent, au niveau des puissants de la terre et des fortunes les plus hautes. La fierté du savant n'en a jamais souffert ; à l'exemple du Prince Albert, ceux vers lesquels l'élevait la destinée savaient descendre avec grâce, lorsqu'il lui déplaisait de monter, et la rencontre s'opérait de la sorte sur le terrain neutre et libre de la science, où il ne connaissait pas de supérieurs.

Dès l'âge de treize ans, n'ayant pour tout bagage littéraire

que l'instruction reçue dans une école élémentaire : la lecture, l'écriture et un peu d'arithmétique, Faraday entra comme apprenti libraire et relieur dans une boutique de Blandford street. Comment le goût des sciences s'est-il développé dans l'esprit de cet enfant condamné aux soins matériels d'un apprentissage assujettissant ? Deux circonstances dignes d'être signalées en furent l'occasion : la lecture des ouvrages de M<sup>me</sup> Marcet ; l'impression produite par quelques leçons de Davy.

Mariée avec un médecin éminent, chimiste habile, M<sup>me</sup> Marcet, douée elle-même d'un rare mérite, rehaussé par la plus aimable distinction, avait écrit, sous le titre de : *Conversations sur la chimie*, un petit traité populaire, justifiant sinon par son éclat extérieur, du moins par son langage simple et naturel, l'insigne honneur qui lui a été accordé d'ouvrir au jeune Faraday la route de la science et de lui inspirer l'amour profond de la vérité ; genre de succès qu'on souhaite, sans l'espérer, à ces traités modernes plus brillants qui n'ont quelquefois de populaire que le nom.

Faraday ne se montra point ingrat ; il attribua toujours son goût pour les connaissances chimiques au soin qu'il avait mis à constater, par de petites expériences, chacune des assertions du livre de celle qu'il nommait avec bonne humeur sa première institutrice, et quand les relations du monde les rapprochèrent, loin de rougir de son humble enfance, ses pensées se reportant en arrière, il aimait, disait-il, à contempler en elle le présent et le passé.

Près de huit années s'étaient écoulées, dans cette situation à laquelle aucune issue ne semblait s'ouvrir, lorsque le jeune apprenti eut l'heureuse fortune d'être admis, par la recom-



mandation de l'un des membres de l'Institution royale, à entendre les dernières leçons du cours que Davy professait dans ce célèbre établissement. Il en fit une rédaction attentive, et ill'envoya à Davy, en le priant de l'aider à quitter le commerce, qu'il détestait, et à se vouer à la chimie qu'il aimait. L'illustre chimiste lui répondit de suite ; quelques semaines après, il le fit nommer aide-préparateur, sans le soumettre à l'épreuve que lui conseillait Pepys, l'un des fondateurs de l'Institution royale et savant distingué. Que faire de ce jeune homme, disait Davy, en lui montrant la lettre de Faraday ; qu'en faire ? le mettre à laver les capsules et les verres : s'il est bon à quelque chose, il le fera avec empressement ; s'il refuse, c'est qu'il n'est bon à rien. Conseil tout anglais, fruit d'une grande pratique : je ne chercherais pas loin mes exemples et je n'aurais qu'à me souvenir, s'il fallait prouver qu'on arrive plutôt à l'Académie des sciences, en débutant au laboratoire par y laver les verres, qu'en y débutant avec prétention, comme un génie qui dédaignerait le matériel des expériences.

Davy n'imposa pas à Faraday ce noviciat ; seulement, comme le naïf apprenti relieur confessait avoir peu de goût pour son métier et s'excusait d'avoir l'ambition de s'enrôler sous le drapeau de la science, qui rend, disait-il, si aimable et si généreux tous ceux qui le suivent, il lui répondait : « Ne renoncez pas trop vite au commerce ; la science est une maîtresse exigeante, rude et peu généreuse ; » quant à l'idée que son jeune interlocuteur se formait de la supériorité morale des savants, elle le fit sourire, ajoutant qu'il laissait à l'expérience de quelques années le soin de l'éclairer. Hélas ! sur ce point, ce fut Davy, lui-même, qui ne laissa rien à faire aux autres pour l'éducation de Faraday.

Je n'ai pas l'intention de retracer ici l'histoire complète des travaux de notre illustre associé. Au début de sa carrière, on rencontre de simples études; plus tard, au milieu de grandes pages, on retrouve des esquisses. *Travailler, achever, publier*: telle était sa règle invariable et sa devise. Publier tout ce que l'on considère comme nouveau et vrai, c'est, en effet, le devoir du savant; mettre en lumière les conceptions qui caractérisent la méthode ou l'influence d'un grand inventeur, c'est le seul devoir de l'historien.

Faraday avait une méthode, et elle peut être recommandée avec confiance. Sa foi dans les hautes destinées de l'homme et la conviction qu'il lui est prescrit de s'approcher sans cesse de la lumière donnait aux recherches scientifiques dont il s'occupait le caractère d'une mission sacrée. Il considérait l'expérience comme le moyen le plus sûr de découvrir ou d'affirmer des vérités; et, si j'empruntais le langage de la métaphysique, je dirais que personne n'a porté plus loin cet art de se servir du concret pour arriver à l'abstrait et de soumettre l'abstrait au contrôle du concret.

Une expérience presque insignifiante à l'origine finissait, de proche en proche, par l'élever aux plus hautes contemplations de la nature. On trouve un exemple saisissant de son procédé dans ses recherches sur la liquéfaction des gaz, son premier travail d'ensemble.

Lavoisier, cherchant quelles conditions peuvent accroître ou réduire la masse de l'atmosphère, suppose la terre transportée plus près du soleil, dans les chaudes régions où se trouve Mercure, par exemple, et fait voir que, dans cette situation, l'eau se convertirait tout entière en vapeurs, ainsi



que d'autres corps, et que l'air s'en trouverait augmenté. La terre serait-elle portée, au contraire, dans des régions très-froides, l'eau qui forme aujourd'hui nos fleuves et nos mers, et les liquides que nous connaissons, se transformeraient en montagnes ou rochers très-durs.

L'air, ajoute-t-il, ou quelques-unes de ses parties cesseraient alors d'exister dans l'état de vapeurs élastiques, faute d'un degré de chaleur suffisant, « et il en résulterait de nouveaux liquides dont nous n'avons aucune idée ».

Il appartenait à Faraday de réaliser par les expériences les plus brillantes ces dernières suppositions de Lavoisier, et de convertir presque tous les gaz connus en liquides, dont les propriétés extraordinaires avaient échappé, en effet, à toutes les prévisions.

Le chlore se dissout dans l'eau. A quelques degrés au-dessus de zéro, la liqueur se congèle, et il s'en sépare une neige jaunâtre contenant à peu près en poids un quart de chlore et trois quarts d'eau. Voilà l'humble point de départ de ses belles découvertes.

Faraday prend cette matière, en remplit un tube de verre, le ferme hermétiquement, et le plonge dans de l'eau tiède. Le composé neigeux, formé d'eau et de chlore, se fluidifie, et les deux corps qui le constituaient se séparent. L'eau reprend sa forme liquide ordinaire. Mais le chlore, devenu libre, ne trouvant pas le large espace dont il aurait besoin pour se convertir en gaz, comprimé par sa propre vapeur, se change pour la plus grande partie en un liquide jaune pâle, très-mobile.

Faraday ne tardait pas à réaliser la liquéfaction d'un grand nombre de gaz par ce procédé si simple. Il renfermait dans

des tubes de verre, de faible capacité, les substances solides ou liquides capables de fournir un grand volume de gaz. Il les forçait à réagir dans cet espace étroit, et le gaz se liquéfiait en se produisant. Mais chacun comprendra sans peine que ces tubes composaient une artillerie toujours prête à gronder, et que, pour reconnaître les propriétés de ces dangereux liquides, mesurer la pression de leur vapeur à diverses températures, déterminer leur densité, les étudier, en un mot, dans tous leurs détails, il fallait une rare dextérité. Faraday était à la fois hardi et prudent; il eut à subir beaucoup d'explosions dans cette longue et difficile investigation; il n'eut à regretter aucun accident, ni pour lui-même ni pour les autres, en vrai chimiste, qui n'a peur de rien et qui se défie de tout.

Plus tard, il complétait ces études, en associant le refroidissement à la pression. Les expériences de Thilorier sur l'acide carbonique, celles de notre savant confrère M. Bussy sur l'acide sulfureux, celles que j'ai moi-même effectuées sur le protoxyde d'azote, celles de M. Carré sur l'ammoniaque et son application à la fabrication domestique de la glace, ajoutant quelques traits au tableau tracé par Faraday, ont permis d'en manifester, sous une forme plus saisissante et plus populaire, les conséquences inattendues que Lavoisier, parmi les anciens, semble seul avoir entrevues.

En effet, tous ces gaz liquéfiés par la pression, par le froid ou par l'action combinée de ces deux moyens, constituent des liquides d'une mobilité et d'une fluidité extraordinaires, à côté desquels l'eau semble sirupeuse, l'alcool ou l'éther lui-même des liqueurs visqueuses, lentes à reprendre leur niveau.

Chauffés dans des espaces fermés, ces liquides se changent

en gaz aussi denses que les liquides d'où ils proviennent. Chauffés dans des espaces plus libres, ils se dilatent autant ou même plus que les gaz, jusque-là les plus dilatables des corps.

Mais ces gaz liquéfiés par des compressions égales à trente ou quarante fois celles de notre atmosphère, capables de briser les vases de métal qui les renferment, même les plus résistants, ne devaient-ils pas produire tous d'épouvantables explosions, dès qu'ils seraient soustraits à la pression sous laquelle ils avaient pris naissance ? Comment ne pas s'y attendre ? L'expérience était, elle-même, nécessaire à tenter ?

Le protoxyde d'azote liquide, qu'on n'a manié d'abord qu'avec une circonspection extrême, peut être versé, cependant, comme de l'eau à l'air libre, d'un vase dans un autre, bien loin d'être détonant. L'observateur a le loisir, pendant des heures entières, d'en étudier les propriétés, sous cette forme liquide.

Versé dans un verre de vin de Champagne, il en offre l'aspect, mais avec des circonstances étranges. Si l'on y fait couler du mercure, celui-ci non-seulement se gèle à l'instant, mais il y prend la consistance, la blancheur et la ténacité de l'argent en barre. Un charbon allumé, jeté sur le liquide, y brûle, au contraire, avec le plus vif éclat. A la distance de l'épaisseur du doigt, dans le même vase, on trouve donc réunies des températures tellement basses qu'aux abords des régions polaires on ne les a jamais observées, et des températures tellement élevées que le feu de forge le plus ardent ne les réalise pas.

L'acide carbonique, à son tour, se liquéfie facilement et produit un liquide incolore, qu'il convient de former ou de



conserver dans des vases d'une solidité à toute épreuve, car la tension de la vapeur qui les presse peut les faire éclater comme un obus, tuant et détruisant tout dans leur voisinage.

Cependant on convertit, à volonté, ce liquide en un solide transparent comme la glace, ou en une masse blanche et légère comme la neige. Sous cette dernière forme, on conserve, à l'air, l'acide carbonique solide, aussi facilement que la neige ordinaire : de telle sorte que l'acide carbonique, ce gaz permanent, ce liquide aussi redoutable, à la température ordinaire, dans les vases qui le recèlent, que l'eau chauffée à 2 ou 300 degrés, dans une chaudière, devient, sous sa forme solide, le plus pacifique des corps. Une boule de neige carbonique, enveloppée d'un linge, serait portée d'une extrémité de Paris à l'autre, sans plus de soin que la boule de neige aqueuse, à laquelle elle ressemble.

Les expériences de Faraday confirment donc les vues de Lavoisier sur les caractères imprévus qu'offrent les liquides produits par les gaz refroidis. Elles confirment aussi l'antique classification de la matière : terre, eau, air et feu, qui en représentait les quatre qualités : solide, liquide, gaz et chaleur. Car Faraday a forcé tous les gaz connus à changer d'état, six exceptés. Ce sont les moins solubles dans l'eau : l'hydrogène, l'azote et l'oxygène ; l'hydrogène proto-carboné, le bioxyde d'azote et l'oxyde de carbone. Ces six gaz, en outre, entrent, par eux-mêmes ou par leurs éléments, directement ou indirectement, dans la trame solide des tissus organisés, et dans les liquides qu'ils emprisonnent ; comme si le procédé de la vie, cherchant l'obstacle, aimait à s'exercer sur des produits particulièrement rebelles à l'assimilation.

L'air est donc formé de deux des éléments qui ont résisté à la liquéfaction et à la solidification : l'oxygène et l'azote. Or, si les deux éléments de l'air étaient liquéfiables, ils seraient solubles, et l'eau des mers aurait dissous presque tout l'air qu'exige notre propre respiration. La vie des habitants de l'onde y aurait gagné, peut-être, mais celle des êtres qui peuplent la surface de la terre en serait devenue impossible. Mais rassurons-nous, l'air a été soumis par Faraday à la pression de cinquante atmosphères, c'est-à-dire à celle d'une colonne d'eau six ou sept fois égale à la hauteur du Panthéon, en même temps qu'il était refroidi à 110 degrés au-dessous de zéro; d'autres expérimentateurs ont doublé cette pression : jusqu'ici, personne n'a vu l'air liquéfié.

En liquéfiant ou en solidifiant les gaz, Faraday a mis à la disposition des observateurs les agents propres à réaliser des températures excessivement basses. L'acide carbonique neigeux, mouillé d'éther, forme un bain à 88 degrés au-dessous de zéro. Le protoxyde d'azote liquide se maintient à une température constante de 90 degrés au-dessous de zéro. Lorsqu'on active l'évaporation de ces substances, en les plaçant dans le vide, on obtient même un abaissement de température, qui peut atteindre 100 ou 110 degrés au-dessous de la glace fondante.

Ces liquides ou ces solides, ainsi refroidis, cautérisent la peau comme un fer brûlant. Un métal froid qu'on y plonge produit le cri du fer rouge qu'on trempe dans l'eau. Une affusion d'eau froide les transforme, tout à coup, en gaz, tandis que l'eau se gèle elle-même avec une vive explosion.

L'imagination du Dante ne s'est pas élevée au niveau de la réalité, et le grand poète de l'Italie aurait trouvé, comme on

voit, près de nos laboratoires plus d'un trait digne de prendre place dans la description du neuvième cercle de l'enfer, à côté de l'épisode d'Ugolin, et d'ajouter à son horreur. Il est vrai que pour un Florentin, accoutumé au plus doux climat, le séjour éternel dans un bain de glace ordinaire a pu paraître suffisant pour caractériser la plus dure des peines infligées aux réprouvés.

Au premier abord, ce résultat secondaire de la liquéfaction des gaz semblerait d'un mince intérêt. Pourtant il devient de grande conséquence, lorsqu'on réfléchit combien sont restreintes nos ressources pour réaliser de basses températures. S'agit-il de chauffer les corps, nous avons divers moyens d'atteindre 2,000 degrés au moins, c'est-à-dire de parcourir vingt fois le chemin qui sépare la glace fondante de l'eau bouillante. S'agit-il de les refroidir, nous ne dépassions pas naguère 50 degrés au-dessous de zéro; c'est Faraday qui nous a donné le moyen de descendre un peu plus et d'aller au-delà de 100 degrés.

Qu'arriverait-il si nous pouvions atteindre 2,000 degrés au-dessous de zéro? Nous ne le savons pas. Remarquons seulement que, si en comprimant un gaz on le liquéfie, les pressions les plus extrêmes ne font guère passer un corps de l'état liquide à l'état solide, comme s'il appartenait surtout au froid de solidifier les corps et d'immobiliser, en apparence au moins, leurs molécules, si agitées dans les gaz, si mobiles dans les liquides. Nous avons donc encore beaucoup à apprendre sur les effets du froid, et découvrir une source intense de froid serait aussi profitable pour la science qu'il l'a été pour elle de posséder une source violente de chaleur.

Au commencement du siècle, on croyait au froid absolu.



On n'hésitait pas à dire que, si les corps pouvaient être refroidis jusqu'à  $267^{\circ}$  au-dessous de la glace fondante, passé ce terme, ils ne perdraient plus de chaleur.

Comme la chaleur est un mouvement, tout mouvement cesserait donc à  $267^{\circ}$ . Aucun des phénomènes actuels ne peut nous donner une idée de ce que deviendrait la matière, si elle cessait d'être soumise à l'action de la chaleur, qui en agite les dernières particules. Nous apprécions l'existence de la chaleur, sans matière, dans le vide parfait. La matière, sans chaleur, nous est inconnue. Rien ne prouve que le zéro absolu existe et surtout que nous en ayons autant approché, et les géomètres, quand ils en supposent l'existence pour un gaz parfait et pour un état limité, savent du moins qu'ils font une hypothèse, et n'envisagent plus cette expression comme une réalité physique certaine.

Enfin, on croyait que les gaz liquéfiés offriraient, en les exagérant, les propriétés chimiques qui les distinguent à l'état ordinaire; les particules qui les constituent, après s'être rapprochées, devaient montrer une grande exaltation dans leurs affinités. Il n'en est rien. Les substances les plus inflammables, telles que le sodium, subissent sans brûler le contact des liquides les plus comburants, tels que le protoxyde d'azote. L'antimoine, métal qui prend feu vivement dans le chlore gazeux, reste intact et brillant dans le chlore liquéfié, avec lequel il ne se combine plus. On serait tenté de dire : C'est absurde ; mais, c'est vrai !

C'est ainsi que les découvertes de la science apprennent la circonspection, et c'est ainsi que ceux dont l'expérience est la plus étendue sont ceux qui savent le mieux dire avec sincérité et simplicité : Je ne sais pas. Faraday, qui professait

que tout est possible, ne craignait pas, du reste, de soumettre à l'épreuve l'absurde lui-même. Seulement, il savait voir ce qui s'était passé, et savoir voir est le premier secret des grands chimistes.

Lorsque Faraday tentait, il y a quarante-cinq ans, l'épreuve qui amena la liquéfaction du chlore et qui devint l'occasion d'études et de découvertes de l'ordre le plus élevé, il en était à ses débuts. Davy jouissait de tous les honneurs. Personne ne comprit donc que l'illustre président de la Société royale de Londres crût nécessaire au soin de sa gloire de constater, dans une note expresse, qu'il avait conseillé lui-même, à son assistant, de soumettre à cet essai le composé de chlore et d'eau. Sans grandir le maître, qui ne pouvait plus monter, cette note semblait écrite pour amoindrir le disciple et pour le décourager.

Je n'apprends rien à mes contemporains si j'ajoute qu'après l'avoir accueilli dans le laboratoire de l'Institution royale, Davy reconnut trop tard le génie du jeune Faraday. Il n'eut pas pour lui les égards que tout homme voué au culte de la science doit accorder si volontiers à celui qui s'y distingue. Il se souvint trop que, dans les collèges anglais, les élèves jeunes, esclaves des anciens, leur doivent la plus dure obéissance et le service domestique. Reste de barbarie, qui ne trouve pas même son excuse dans le régime d'égalité, qui plie aux mêmes assujettissements les aînés des familles les plus puissantes et les cadets du pauvre gentilhomme.

Mais, voyageant sur le continent, pendant la guerre, admis à parcourir, par une faveur unique et spéciale de Napoléon I<sup>er</sup>, la France et l'Italie, Davy, objet de l'attention et de la curiosité générales, fut jugé plus sévèrement qu'à Londres.



Son aide de laboratoire, longtemps avant d'avoir conquis sa grande célébrité par ses travaux, s'était fait par sa modestie, sa douceur et son intelligence, les amis les plus dévoués à Paris, à Genève, à Montpellier. Parmi eux, il faut citer au premier rang M. de la Rive, chimiste distingué, père du physicien illustre que nous comptons parmi nos associés étrangers. Les bontés dont il entoura ma propre jeunesse n'ont pas peu contribué à nous unir, Faraday et moi. Il nous plaisait de nous rappeler que nous nous étions connus sous les auspices de ce savant affectueux et serviable, dont l'exemple disait si bien que ce n'est pas la science qui dessèche le cœur. A Montpellier, au foyer hospitalier de Bérard, l'associé de Chaptal, père du doyen de nos correspondants, Faraday a laissé des souvenirs également pleins d'une sympathie toujours vivante, que son maître n'avait pas su s'y concilier. On admirait Davy, on aimait Faraday.

Faraday n'oublia jamais ce qu'il devait à Davy. Me trouvant chez lui, au déjeuner de famille, vingt ans après la mort de ce dernier, il remarqua sans doute que je répondais froidement à quelques éloges que le souvenir des grandes découvertes de Davy venait de provoquer de sa part. Il n'insista point. Mais, après le repas, il me fit descendre sans affectation à la bibliothèque de l'Institution royale, et, m'arrêtant devant le portrait de Davy : « C'était un grand homme, n'est-ce pas ? » me dit-il, et, se retournant, il ajouta : « C'est là qu'il m'a parlé pour la première fois. » Je m'incline, nous descendons au laboratoire, Faraday prend un registre, l'ouvre et désigne du doigt les mots inscrits par Davy, au moment précis où, sous l'influence de la pile, il venait de décomposer la

potasse et de voir apparaître le premier globule de potassium que la main de l'homme ait isolé. Autour des signes techniques qui formulent sa découverte, Davy a tracé d'une main fiévreuse un cercle qui les détache du reste de la page; les mots *capital experiment*, qu'il a écrits au-dessous, ne peuvent être lus sans émotion par aucun vrai chimiste. Je m'avouai vaincu, et je me mis pour cette fois, sans plus hésiter, à l'unisson de l'admiration de mon excellent ami.

Faraday, comme on le voit, se souvenait des leçons de Davy; il gardait la mémoire de ses grandes découvertes; il lui pardonnait son orgueil.

Nous ne sommes pas tenus à la même vertu. A Davy, convaincu que la science ne suffisait pas pour rapprocher les distances, j'aime à opposer Cuvier, grand comme lui par son génie, ennobli comme lui par son prince, et entouré par l'universel respect de tous les prestiges.

Cuvier traitait tous les savants comme des égaux; il voulait être traité par eux de la même manière. Je le vois encore, discutant avec un jeune naturaliste un point d'anatomie, et soutenant son avis sans prétention, tandis que son interlocuteur, à chaque phrase, répétait : Monsieur le baron, Monsieur le baron! — Il n'y a pas de baron ici, lui dit doucement Cuvier, il y a deux savants cherchant la vérité et ne s'inclinant que devant elle.

— Qu'un apprenti qui a souffert devienne un maître exigeant et dur, ce n'est pas chose rare. Faraday avait le cœur trop noble pour prendre, dans les jours de sa prospérité, cette revanche contre les premières rigueurs de la vie.

Il avait un assistant aussi, Anderson, le fidèle Anderson, tellement identifié avec son maître qu'on aurait dit deux

hommes mus par une seule volonté, agissant d'accord sans s'être concertés et n'ayant plus besoin de parler pour se comprendre. Pour Anderson, ébloui de ses découvertes et reconnaissant de sa cordialité, Faraday n'était plus un homme, n'était plus un professeur : c'était Faraday, l'astre de l'Angleterre, dont il était heureux et fier de rester toujours l'humble satellite. Quel heureux don que la bonté !

Faraday avait donné sa mesure par ses belles et difficiles recherches sur la liquéfaction des gaz ; bientôt il fut entraîné dans le mouvement qui se produisait vers l'étude de l'électricité, par suite de la célèbre découverte d'OErstedt et des grands travaux d'Ampère.

Ce moment est plein d'intérêt pour l'histoire de la science ; il fait époque dans les souvenirs des anciens membres de cette Académie ; car il marque la fin d'une grande école et l'apparition d'une ère nouvelle. Le succès avec lequel les phénomènes célestes avaient été soumis au calcul avait fait illusion ; les géomètres avaient cru pouvoir saisir avec la même autorité et faire rentrer dans leur domaine la physique tout entière, en attendant que la chimie et les sciences naturelles eussent leur tour. La chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, considérés comme autant de matières impondérables distinctes ; les propriétés des corps pesants, tout était rangé sous des lois énoncées avec une autorité mathématique si ferme, qu'on se sentait découragé de rien entreprendre, comme si la science eût prononcé son dernier mot. Ce but qu'ils croyaient avoir touché s'est éloigné, cependant, à mesure que nous avançons ; aujourd'hui nous ne l'apercevons même plus, et tout le monde convient que l'expérience



sera, longtemps encore, le guide le plus sûr et la méthode la plus féconde.

Les découvertes d'Oerstedt et d'Ampère, montrant que le magnétisme et l'électricité se transforment l'un en l'autre, comme deux modifications d'un même mode de mouvement ; celles de Fresnel, établissant que la lumière est un mouvement aussi, et non une émission matérielle, comme le pensait Newton et comme le professaient ses interprètes, furent au sein de notre Académie l'occasion de débats qui émurent l'Europe. Faraday prit parti pour la nouvelle école, et il en est devenu l'un des plus brillants fondateurs par ses admirables travaux.

Pour les faire connaître, il faudrait écrire un traité complet d'électricité. Il n'est pas un seul point de cette branche de la science que Faraday n'ait sondé, perfectionné ou transformé. Il en est beaucoup qu'il a créés et qui lui appartiennent sans contestation.

Je ne puis donc le suivre dans cette immense suite de recherches auxquelles il a consacré vingt-cinq années d'un travail assidu. Je choisis parmi ses découvertes, et, sans m'astreindre à l'ordre chronologique, je les consigne ici dans l'ordre naturel.

Vers 1789, Galvani, professeur de physique à Bologne, poursuivant, comme on sait, des expériences relatives à l'action de l'électricité sur les animaux, disposait pour ces essais des cuisses de grenouilles suspendues à un crochet de cuivre, qui fut employé fortuitement à les suspendre à un balcon de fer. Le contact du fer et du cuivre déterminait des convulsions vives et répétées dans les membres de la grenouille, qu'on voyait rebondir dès que leur poids les ramenait au contact du fer. Galvani reconnut que les

convulsions se produisent toujours, lorsqu'on établit une communication métallique entre les nerfs et les muscles de la grenouille.

Volta, s'emparant vivement du sujet, fit voir qu'autant les convulsions sont incertaines, peu intenses et fugitives, lorsqu'on emploie un seul métal pour mettre les nerfs et les muscles en rapport, autant elles sont promptes, vives et persistantes lorsque l'arc métallique est formé de deux métaux différents.

Galvani considéra ces phénomènes comme étant dus à une électricité animale dont les muscles et les nerfs étaient le siège, et à laquelle l'arc métallique livrait passage. Volta les attribua, de son côté, à une électricité physique qui prenait naissance au contact de deux métaux différents, quels qu'ils fussent. L'Europe savante fut longtemps indécise.

Le temps a démontré qu'ils avaient tous deux raison; les muscles produisent, jusqu'à extinction complète de leur excitabilité, une quantité d'électricité dont l'appréciation et la mesure ne sont plus l'objet d'un doute. D'autre part, deux métaux plongés, par un bout, dans une eau acide ou saline et mis en contact par leurs surfaces libres excitent un mouvement électrique considérable.

Tout le monde sait que la pile de Volta, découverte sur ces entrefaites, fut d'abord formée de disques de cuivre, de zinc et de drap mouillé, rangés dans cet ordre en grand nombre, comme une colonne ou pile de monnaie, et que les deux électricités de nom contraire s'observent, condensées aux deux bouts ou pôles de la pile. Qu'on ait augmenté tantôt la surface, tantôt le nombre des plaques de métal, et qu'on se soit servi de liqueurs acides ou salines plus excitatrices que

l'eau, peu importe. Mais, réunit-on les deux pôles de la pile avec un fil métallique, celui-ci s'échauffe, rougit, brûle ou fond; il attire la limaille de fer et dévie la boussole, se comportant à la fois comme un émissaire de chaleur et de magnétisme. Si l'on coupe le fil de métal et qu'on en rapproche les extrémités sans les joindre, un composé, placé dans l'intervalle libre, est presque toujours ramené à ses éléments, et tout être vivant, mis en communication avec eux, est frappé de convulsions.

Il est intéressant de se reporter aux souvenirs d'une époque où les professeurs de physique exposaient, à leur auditoire étonné, la théorie mystérieuse de la pile voltaïque; le simple contact de deux métaux, qui ne perdaient ni ne gagnaient rien, disaient-ils, faisait néanmoins sortir de cet appareil magique des effluves capables de rivaliser avec l'éclat du soleil, pour la lumière; avec les combustibles les plus énergiques, pour la chaleur; avec les affinités les plus puissantes, pour les décompositions chimiques; propres même à faire reparaître, pour quelques instants, le mécanisme de la vie dans un cadavre inanimé.

Toutes ces énergies seraient nées de rien! Mais l'homme aurait donc tiré du néant la lumière, la chaleur, le magnétisme, la puissance mécanique, les forces chimiques et, sinon la vie elle-même, du moins une image assez fidèle de la vie, pour autoriser les rêves les plus audacieux. Dans les confidences du laboratoire, dans ces causeries intimes, où de tout temps les illusions ont trouvé place à côté des vérités, les uns se demandaient, alors, si l'homme n'était pas armé d'un instrument qui allait lui assurer une jeunesse éternelle; les autres, s'il n'avait pas retrouvé ce feu du ciel, au moyen



duquel l'argile allait s'animer sous la main d'un Prométhée nouveau.

Une science vraie a soufflé sur les bulles de savon de cette science fausse, et elles se sont dissipées. Un de nos plus éminents confrères, M. Becquerel l'ancien, qui semblerait avoir trouvé, au moins pour lui-même, dans l'étude persévérante de l'électricité, le secret de garder à l'abri des atteintes de l'âge, la santé du corps et la vigueur de l'esprit, a frappé les premiers coups sérieux sur cette théorie mystique du contact. Il appartenait à Faraday de lui porter les derniers.

Au moyen d'une suite d'expériences dirigées avec une profonde connaissance des règles de la chimie la plus sûre, Faraday a mis au rang des vérités les mieux démontrées les principes suivants :

Toute action chimique est accompagnée d'un dégagement d'électricité ; le courant électrique naît dès que l'action chimique commence, et il cesse dès qu'elle s'achève ; il s'affaiblit ou s'exalte, selon qu'elle augmente ou qu'elle diminue ; sa direction change, si le sens de l'action chimique est lui-même renversé.

Enfin, le seul contact de deux métaux, quels qu'ils soient, ne développe jamais d'électricité en quantité suffisante, pour en faire une source utile, si tant est qu'il en produise quelques traces, comme le pensent certains physiciens, qui, du reste, ne veulent plus qu'elle y naisse de rien, tant faible soit-elle.

Si la source de la force de la machine à vapeur est dans la houille que son foyer brûle, la source de la force de la pile de Volta provient donc du zinc que brûlent les acides dans chacun de ses couples.

L'expérience primitive de Galvani s'explique, à son tour, lorsque l'on reconnaît que la source de la force qui agite les membres de la grenouille réside dans les matières combustibles contenues dans leurs muscles et qui y sont brûlées par l'oxygène de leur sang.

Il n'y a donc ni électricité de contact vraiment pratique, ni électricité animale ; les deux faits découverts et analysés par les savants italiens étaient des cas particuliers d'une loi générale : Toute combustion ou plutôt toute action chimique, qu'elle s'opère dans les corps bruts ou dans les organes d'un être vivant, développe de l'électricité.

Non-seulement Faraday a reconnu et mis en évidence l'origine certaine de la force électro-motrice de la pile, mais il a découvert la loi suivant laquelle s'opèrent les décompositions chimiques qu'elle produit.

Personne n'ignore qu'il existe des procédés au moyen desquels M. Jacobi est parvenu à forcer le cuivre dissous dans les acides à reprendre sa nature métallique, à se déposer dans des moules, à y revêtir les formes délicates et correctes de la statuaire et de l'ornementation. Personne n'ignore que MM. Elkington et de Ruolz ont créé une industrie nouvelle, en dirigeant sur des objets en cuivre, en laiton, en bronze ou autres alliages vulgaires, des métaux précieux, tels que l'or et l'argent, qui s'y appliquent étroitement, les enveloppent et les protègent contre les altérations extérieures.

C'est la pile de Volta qui opère ces miracles de l'industrie moderne. Avec elle, dans l'art de mouler les métaux, les



dissolvants aqueux jouent le rôle qui appartenait jadis à la fusion ignée ; Neptune a détrôné Vulcain.

Mais combien faut-il dépenser d'électricité pour forcer le dépôt d'un kilogramme de cuivre dans la galvanoplastie, d'un kilogramme d'or ou d'argent dans la dorure ou l'argenterie électriques ? Comment apprécier, comment peser cette électricité ?

D'une manière absolue, il n'y faut pas songer. L'homme ne connaît que des rapports ; il ne lui est permis de rien affirmer d'une manière absolue, dès qu'il s'agit de la science de la nature.

Toute mesure s'effectue par comparaison : un corps pesant, par son équilibre avec un autre corps pesant ; un corps chaud ou froid est comparé à l'eau qui bout, à la glace qui fond, au mercure qui gèle ; la force, à une résistance ; le temps se mesure à la marche ou au retour des astres.

La quantité d'électricité nécessaire pour dégager un corps des liens d'une combinaison ne peut se mesurer, de même, qu'en prenant un autre corps pour terme de comparaison.

Faraday a choisi pour étalon, dans son voltamètre, la force décomposante de l'électricité, appliquée à l'eau commune. La quantité d'électricité capable de décomposer 9 kilogr. d'eau et d'en séparer ainsi 1 kilogr. d'hydrogène, sépare de leurs oxydes respectifs, 32 kilogr. de cuivre, 59 kilogr. d'étain, 104 kilogr. de plomb, 108 kilogr. d'argent, etc., c'est-à-dire une molécule chimique de chacun de ces corps.

Cette belle relation, découverte par Faraday, développée par notre savant confrère M. Edmond Becquerel et par M. Matteucci, prouve donc que, pour des combinaisons de même ordre, une molécule exige, quel que soit son poids,

la même quantité d'électricité pour sa libération : 1 seul kilogr. d'hydrogène en consomme autant que 108 kilogr. d'argent.

Faraday, complétant sa pensée, prouve de plus que l'électricité mise en mouvement par une molécule de zinc, consommée dans la pile pendant sa conversion en oxyde de zinc, représente celle qu'une molécule de tout autre métal ou une molécule d'hydrogène exigeraient pour leur libération, s'il s'agissait de les séparer de leurs oxydes. La réaction est égale à l'action, axiome que Faraday a mis plus que personne souvent à profit.

Dieu a tout fait avec nombre, mesure et poids. Ces paroles du livre de la Sagesse datent de deux mille ans, et les chimistes y trouvent toujours l'expression fidèle des harmonies observées de nos jours, dans le nombre des particules qui composent les corps, dans leur volume et dans leur poids.

Faraday ajoute quelque chose de nouveau à la formule antique ; il nous apprend que toutes les molécules du même ordre ont besoin, quels que soient leur nature, leur forme, leur poids et leurs qualités spécifiques, qu'on emploie la même quantité de force pour river ou pour briser les chaînes qui les fixent dans les liens d'un composé.

Ces lois rendent à la fois l'étude de la science de l'électricité attrayante et ses applications faciles. Elles ont le double mérite de saisir vivement, par leur clarté, l'esprit des élèves sur les bancs de l'école, et de fournir au praticien, dans les ateliers, la mesure des forces qu'il emploie.

Nous allons pénétrer maintenant dans le cercle des travaux que Faraday a consacrés à l'électricité induite. Partout

il serait juste, à la place où j'ai l'honneur de parler il est de mon devoir, d'y entrer par un hommage rendu à l'une des plus belles découvertes d'Arago.

Ceux qui n'ont jamais assisté à ce travail de l'esprit qui précède une invention ignorent combien d'insomnies ont payé cet éclair qui dissipe le nuage. Il me semble encore voir Arago, occupé d'une belle boussole qu'il avait demandée à Gambey, en surveillant la construction, annonçant son installation, point de départ d'une série nouvelle d'observations magnétiques. Toutes les précautions avaient été prises : la monture, en cuivre rouge absolument exempt de fer, était assez massive pour assurer la parfaite stabilité de l'appareil. A peine Arago avait-il reçu cet instrument si désiré, qu'en sortant de sa leçon à l'École polytechnique, il entra dans mon laboratoire, voisin de son amphithéâtre. « La chimie, me dit-il brusquement, ne peut donc pas reconnaître la présence du fer dans un barreau de cuivre rouge ? — Comment ! rien n'est plus facile. — Eh bien, l'aiguille aimantée découvre du fer que la chimie ne voit pas. » Je le suivis à l'Observatoire. Berthier avait analysé le cuivre employé par Gambey ; il n'y avait pas trouvé de fer. Cependant son aiguille aimantée, délicatement suspendue et du meilleur travail, étant écartée du repos, au lieu d'y revenir lentement, par deux ou trois cents oscillations, de moins en moins étendues, se bornait à accomplir, et comme à regret, trois ou quatre oscillations brèves, pour s'arrêter subitement. On eût dit qu'elle trouvait, dans l'air, épaissi sur son chemin, une résistance invincible.

Arago me remit quelques échantillons du cuivre qui avait été employé pour la monture, et je constatai facilement,



comme l'avait fait Berthier, qu'il était absolument exempt de fer.

Pendant quelque temps, Arago mettait volontiers en parallèle cette impuissance de la chimie et cette sensibilité surprenante de l'aiguille aimantée; il en vint à conclure, cependant, qu'une masse de cuivre ou de toute autre matière non magnétique, placée auprès d'une aiguille aimantée, ralentit ou arrête son mouvement. L'expérience lui ayant donné raison, il pensa qu'une semblable masse en mouvement pourrait entraîner, à son tour, une aiguille aimantée au repos, placée dans son voisinage, et il nous rendit témoins de cette étonnante action.

Le magnétisme de rotation ou le magnétisme en mouvement était découvert; il restait à l'expliquer. Arago ne l'essaya point. Il écouta d'une oreille distraite toutes les hypothèses auxquelles sa célèbre expérience donnait lieu, et au moment où Faraday développait, dans un de ses meilleurs mémoires, une théorie du magnétisme de rotation qui contenta les physiciens, Arago n'en fut pas complètement satisfait.

Arago constatait, en effet, que tous les corps sans exception, magnétiques ou non, conducteurs de l'électricité ou isolants, placés au voisinage d'une aiguille aimantée, en ralentissaient les oscillations. Les corps non conducteurs jouissant eux-mêmes de cette propriété, il en concluait que ses expériences ne pouvaient pas s'expliquer, comme Faraday l'avait supposé, par des courants fugitifs, suscités par l'aiguille elle-même, dans les corps en mouvement placés auprès d'elle. Faraday devait plus tard compléter son explication par la double découverte de l'induction et du diamagnétisme,

en précisant les effets du magnétisme en mouvement et en montrant que tous les corps de la nature sont impressionnés par les effluves magnétiques.

Personne n'ignore aujourd'hui que la science et l'industrie utilisent trois sources d'électricité : celle qui se développe dans les anciennes machines à plateaux de verre ; celle qui provient de la pile de Volta ; celle que produisent les machines fondées sur l'induction.

Les anciennes machines électriques fournissent une électricité peu abondante ; mais le ressort en est tellement tendu, qu'au moment où elle abandonne les corps qui la supportent, pour se précipiter dans le sein de la terre, elle brise tout ce qui s'oppose à son passage.

La pile de Volta fournit une électricité abondante, mais le ressort en est si faible qu'elle agit sur les corps, comme en passant d'une molécule à l'autre. Elle franchit difficilement de grandes distances à travers l'air.

L'électricité des machines de verre et celle des nuées agissent par leur tension, celle de la pile par sa quantité.

Il appartenait à Faraday de découvrir la troisième espèce d'électricité, celle dans laquelle les qualités des deux précédentes se trouvent réunies : car, comme la première, elle lance de longues et foudroyantes étincelles ; comme la seconde, elle pénètre dans l'intérieur des corps pour les échauffer, les fondre, les décomposer.

Sans chercher comment l'électricité naît du frottement d'un plateau de verre ou de la dissolution d'un métal, nous voyons clairement qu'au moment où, dans ces deux cas, les phénomènes électriques apparaissent, ils n'avaient été précédés d'aucune manifestation d'électricité.

Il n'en est pas ainsi de l'électricité induite. Curieux phénomène ! Comme son nom l'indique, elle est suggérée par une autre. Un mouvement électrique apparaît-il dans une matière, on le voit se réfléchir dans la matière voisine. Il s'y réfléchit même, comme dans une glace, ce qui est à droite dans l'original se trouvant porté à gauche dans sa copie ou son image.

Si l'on dirige à travers un fil de cuivre un courant continu d'électricité et qu'on place un autre fil de cuivre parallèlement au premier, mais sans communication ni avec lui, ni avec la source d'électricité, ce dernier n'offrira rien de particulier. Mais qu'on rompe ou qu'on rétablisse la circulation de l'électricité dans le premier fil, à chaque rupture et à chaque restitution du courant direct, le second deviendra capable d'agir lui-même sur l'aiguille aimantée, signe visible de la production d'un courant indirect qui s'y manifeste.

Un courant direct, qui commence, développe dans le fil influencé un courant de sens inverse ; un courant direct, qui finit, y développe, au contraire, un courant secondaire du même sens. Quand le premier avance, le second recule ; quand le premier recule, le second avance.

Qu'on approche ou qu'on éloigne le pôle d'un aimant d'un fil de cuivre, et l'on suscite les mêmes mouvements électriques : c'est ainsi que Faraday, complétant la pensée d'Ampère, nous a appris à transformer le magnétisme en électricité, dans une suite d'expériences qui ont mis plus vivement en lumière l'identité de ces deux forces.

Il a été plus loin, et considérant, avec Ampère encore, la terre comme un grand aimant, il s'en est servi pour exciter des courants électriques d'induction dans des fils de



cuivre convenablement disposés pour les mettre en évidence.

Les aimants, le globe terrestre, deviennent donc à volonté des sources d'électricité.

Tous les traités de physique apprennent aux étudiants de nos lycées et de nos collèges comment Faraday a soumis l'électricité d'induction à une analyse expérimentale pleine de bon sens, de simplicité, de sûreté et de profondeur; comment on est parvenu à rendre excessivement rapide cette rupture et cette restitution du courant, à ramener dans le même sens des actions qui se produisent en sens opposés; enfin, comment le courant secondaire ou induit se trouve renforcé, si l'on contourne les deux fils en spirales qui s'enveloppent et si l'on place un cylindre de fer doux, ou mieux un faisceau de fil de fer, dans la spirale intérieure.

Pour comprendre toute l'importance pratique de la découverte de Faraday, considérée comme source d'une nouvelle manifestation des phénomènes électriques et comme agent puissant mis aux mains de la science et de l'industrie, il suffit de rappeler que c'est elle qui a donné naissance aux machines de Pixii, de Clarke et de Rhumkorff, dont les étincelles, éclatant en longs jets de feu, forment des traits de Jupiter et sont capables de percer des masses de verre de 10 centimètres d'épaisseur.

N'est-il pas digne de remarque que chacune des trois formes sous lesquelles l'électricité s'est manifestée à l'attention dans les premiers essais dont elle a été l'objet, fût si loin de promettre ce qu'elle a tenu?

Ce morceau d'ambre jaune, qui, frotté d'un drap sec, attire la poussière ou la paille légère, n'a-t-il pas créé ces grandes machines ou batteries électriques, capables de foudroyer

l'opérateur imprudent, et donné à Franklin le moyen d'expliquer le tonnerre ou même d'arracher la foudre aux cieux?

Sulzer nous apprend que deux pièces d'argent et de cuivre, placées l'une au-dessous, l'autre au-dessus de la langue et rapprochées jusques au contact, déterminent une sensation singulière. Volta n'y trouve-t-il pas le principe de la pile? Ne découvre-t-il pas, ainsi, cette force nouvelle, qui décompose tous les corps, isole le potassium, produit une lumière comparable à celle du soleil, une chaleur qu'aucun foyer ne surpasse, et une action physiologique qu'aucun être vivant ne peut supporter? Que nous sommes loin de l'insignifiante expérience de Sulzer! Cette force simule maintenant toutes les actions matérielles de la vie chez un animal récemment tué, fait revivre l'expression de toutes les passions sur la face d'un décapité, rétablit le jeu de la respiration dans la poitrine de son cadavre mutilé, donne à ses bras des mouvements athlétiques, et si, ses mains trouvent un point d'appui, le relève debout et frémissant sur ses pieds agités de convulsions désordonnées.

L'électricité d'induction elle-même, dont l'origine est si humble qu'elle en est insaisissable, n'a-t-elle pas fourni le principe des appareils formidables qui ont fait sauter les estacades du Peïho, ouvrant ainsi la route de Pékin à notre armée; n'a-t-elle pas donné la plupart de ces appareils dépassant par leurs résultats tous les prodiges prévus par les imaginations les plus hardies, que la télégraphie électrique emploie?

J'ai toujours trouvé que cette légende de la pomme qui tombe et qui révèle en tombant le principe de l'attraction universelle à Newton, était l'expression populaire d'une



vérité philosophique. Les grands phénomènes éblouissent plus qu'ils n'éclairent.

Dès les premiers âges de l'humanité, le feu a été connu ; il y a plus de trois mille ans que la forge ramollit le fer, et que ce métal éclate en vives étincelles ; l'incendie a dévoré des forêts, des villes entières. Eh bien ! ces brillantes combustions ont-elles enseigné à l'homme comment les combustibles brûlent ? non ! C'est au mercure, à ce métal qui brûle sans lumière, sans chaleur, qui exige de longs jours pour réaliser paisiblement des effets que le charbon ou le fer produisent avec éclat, en quelques secondes, qu'il était réservé de fournir le principe de la vraie doctrine de la combustion, dont la démonstration, donnée par Lavoisier, a produit dans le monde des sciences et dans celui des arts industriels la plus grande révolution.

On raconte qu'Empédocle se serait précipité dans le cratère de l'Etna, désespérant d'en expliquer la puissance. Davy, Gay-Lussac et Humboldt ont exploré le Vésuve en pleine éruption. Eh bien ! ne sommes-nous pas plus près de comprendre ces émotions de l'écorce du globe depuis que, mieux inspirés, deux de nos confrères, MM. Boussingault et Charles Sainte-Claire Deville, l'un en Amérique, l'autre en Europe, ont étudié surtout les manifestations obscures qui précèdent, qui accompagnent et qui suivent les éruptions volcaniques ?

Les aurores boréales n'ont-elles pas excité de leur côté l'enthousiasme des voyageurs et celui des poètes ? Combien de savants éminents se sont approchés du pôle pour en pénétrer les causes mystérieuses ! Ne faut-il pas réserver cependant pour Arago l'honneur d'en avoir découvert la

nature électro-magnétique, lui qui n'avait pour se guider que leurs effets les plus lointains, invisibles à l'œil et susceptibles d'agir seulement sur les aiguilles aimantées de l'observatoire de Paris? N'était-il pas parvenu à reconnaître, à heure fixe, l'apparition d'une aurore boréale, à constater sa durée et son intensité, sans sortir de son cabinet, alors que le ciel de Paris était privé de toute apparence d'illumination, et que les lueurs de l'aurore ne s'étaient manifestées qu'à des centaines de lieues de notre horizon? Les observateurs, voisins du pôle, voyaient le phénomène sans le comprendre; Arago le comprenait, même sans le voir.

Ce qui fait marcher les sciences, c'est, le plus souvent, un détail presque insensible, observé avec des instruments délicats, mesuré avec précision, contrôlé et poursuivi dans ses conséquences avec une logique patiente. Ceux qui croient que dans l'étude de la nature les grandes choses naissent des grandes occasions se trompent. Le germe d'une idée, comme celui des êtres vivants, reste invisible jusqu'à ce qu'il trouve son terrain et débute comme eux, faible, débile et caché.

L'électricité d'induction est seule capable de produire, dans l'air raréfié ou dans les vapeurs à faible tension, ces lueurs stratifiées et colorées qui amusent déjà nos jeunes enfants et qui étonnent encore le physicien. C'est à elle qu'on a recours pour enflammer ces mines formidables qui brisent des montagnes, ces torpilles sous-marines qui foudroient les navires de guerre et qui entourent les ports d'une barrière infranchissable. C'est son action que l'art de guérir met à profit et qu'elle distingue, sous le nom de faradisation, des procédés d'électrisation anciens, toujours rebelles à cette graduation, à l'infini, à laquelle les appareils d'induction se prêtent,

et qui permet de passer instantanément des attouchements électriques les plus délicats aux secousses les plus énergiques et à la cautérisation.

Les machines électro-motrices fondées sur l'induction, dans lesquelles de puissants aimants excitent à travers les spirales de fil de cuivre, mises en leur présence, des courants électriques qu'on recueille et qu'on utilise, ont trouvé deux intéressantes applications. Dans les ateliers de dorure et d'argenture, le courant qu'elles produisent détermine le dépôt du métal. Au cap la Hève, l'administration des phares les emploie avec une grande économie, pour déterminer l'incandescence des charbons qui remplacent avec un si grand éclat les anciennes lampes à huile.

Faraday a donc découvert, et ses successeurs, en s'appuyant sur ses propres idées, ont rendu pratique, l'art de convertir la force mécanique en électricité, car la seule dépense d'une machine magnéto-électrique consiste en houille, destinée à produire la vapeur dont la puissance rapproche ou éloigne les spirales de cuivre des pôles des aimants, devenus ainsi la source généreuse de la force électrique utilisée.

Tout le monde sait combien ont été, jusqu'ici, nombreuses et vaines les tentatives au moyen desquelles on a cherché à convertir l'électricité en force mécanique. En principe, rien n'est plus facile; en pratique, rien n'est moins applicable. La force mécanique est à bas prix; l'électricité est chère. Il est donc aussi naturel d'employer la force mécanique pour produire de l'électricité, qu'il l'est peu de tenter l'emploi de l'électricité comme moteur. S'il m'était permis de faire une comparaison, je dirais que dans l'état de la science il est aussi peu logique de chercher à convertir l'électricité en



force mécanique, qu'il le serait de chercher à convertir le diamant en charbon. Mieux vaut faire l'inverse.

Sir Robert Peel, frappé des grands services que Faraday venait de rendre par ces mémorables découvertes sur la théorie de la pile, sur l'induction, sur la liquéfaction des gaz, avait songé à lui offrir une pension, mais il quitta le ministère sans avoir accompli ce projet. Lord Melbourne, son successeur, voulant le réaliser, désira naturellement voir notre illustre confrère, qu'il ne connaissait point. Au lieu des remerciements auxquels il s'attendait, le ministre étonné se trouva en présence de scrupules imprévus. Faraday se demandait s'il n'était plus assez jeune pour gagner sa vie ; s'il avait le droit de recevoir du pays une somme qui ne correspondait à aucune occupation définie. Quelques paroles d'impatience échappées à lord Melbourne déterminèrent Faraday, se repliant dans sa dignité blessée, à refuser la pension qui lui était offerte, et l'homme d'État, qui d'abord avait ri de ce rare incident, comprit, mieux informé, qu'il n'en fallait pas rire et qu'il s'était mépris. Il fit négocier auprès du savant, pour qu'il revînt sur sa détermination. Comment le pourrais-je ? répondait Faraday ; il faudrait que le ministre m'écrivît une lettre d'excuses ! Ai-je le droit ou même la pensée d'exiger de lui rien de pareil ? Mais les excuses lui arrivèrent, franchement et simplement exprimées, et il ne resta rien de cette affaire, sinon que le premier ministre et le philosophe en avaient appris à se connaître et à s'estimer.

Qui n'a été dans son enfance un peu ému des récits dont les poissons électriques sont l'objet ? Mais, assurément, le

plus extraordinaire d'entre eux est ce gymnote, auquel Humboldt consacre le plus dramatique de ses tableaux.

« La pêche des gymnotes avec des filets est très-difficile, dit-il, ces agiles poissons, au moindre bruit, s'enfonçant dans la vase; les Indiens, à notre surprise extrême, annoncent qu'ils vont les pêcher avec des chevaux. Ils en amènent, en effet, une trentaine, qu'on force d'entrer dans la mare où se trouvent les gymnotes. Le bruit causé par le piétinement des chevaux fait sortir les poissons de la vase et les excite au combat. Ces anguilles jaunâtres et livides, longues de cinq pieds, semblables à de grands serpents aquatiques, nagent à la surface de l'eau et se pressent sous le ventre des chevaux. Une lutte s'engage, animée par les cris sauvages des Indiens. Les anguilles, étourdies du bruit, se défendent par la décharge réitérée de leurs batteries électriques. Plusieurs chevaux succombent sous la violence des coups; étourdis par la force et la fréquence des commotions, ils disparaissent sous l'eau. D'autres, haletant, la crinière hérissée, les yeux hagards et exprimant l'angoisse, se relèvent et cherchent à fuir l'orage. On les voit gagner la rive, broncher à chaque pas et tomber sur le sable.

« En moins de cinq minutes, deux chevaux étaient noyés. Mais, bientôt, les gymnotes fatigués se dispersent, se rapprochent du bord et se laissent harponner sans résistance et sans inconvénient pour le pêcheur, pourvu que la corde qui porte le harpon soit sèche. »

L'Institution polytechnique de Londres ayant fait venir d'Amérique un gymnote électrique pour attirer les visiteurs dans ses galeries, ses administrateurs eurent le bon goût de mettre cet animal rare et curieux, le seul que l'Europe eût

possédé, à l'entière disposition de Faraday. Il n'en abusa point. A force de patience, il parvint à obtenir de lui tout ce que la science pouvait en réclamer, sans compromettre un seul instant sa vie par des essais irréfléchis.

Ce gymnôte était aveugle. Il tournait autour de son baquet d'un mouvement lent, régulier, continu, machinal et comme indifférent. Quelle vigilance, cependant, et quelle adresse ! Si on laissait tomber un poisson vivant au centre même du baquet, le plus loin possible de la grosse anguille, à peine avait-il touché la surface de l'eau qu'il était foudroyé et qu'on le voyait flotter immobile, sur le dos. Le gymnôte, cependant, suspendant sa promenade circulaire, se rapprochait du lieu de la scène, ouvrait la bouche, et, par un mouvement d'aspiration énergique, déterminait un courant qui amenait jusqu'à lui sa proie qu'il n'apercevait pas, et qui, se présentant par la tête, était avalée comme un bol. Il reprenait de suite sa promenade interrompue.

Quand on a manié les torpilles de nos côtes, on s'étonne de la peur qu'elles inspirent aux pêcheurs et des contes ridicules dont elles sont l'objet. Quand on avait reçu la secousse de ce vieil aveugle, on n'était plus tenté de taxer d'exagération le tableau tracé par Humboldt.

Faraday obtint de l'animal mis à sa disposition une nouvelle démonstration de l'identité des effets produits par son appareil organique et de ceux que l'électricité provoque. Le fluide du gymnôte lui fournit des étincelles, des effets magnétiques, des actions chimiques; en un mot, tout le cortège ordinaire des phénomènes produits par l'électricité, ainsi que la torpille l'avait fait entre les mains de M. Matteucci et des savants italiens.



Mais on n'en était plus au temps où les études de l'électricité animale jetaient le trouble dans les esprits et provoquaient des espérances sans bornes.

Faraday me disait à ce sujet : « Puisque les êtres vivants produisent de la chaleur et une chaleur identique assurément avec celle de nos foyers, pourquoi ne produiraient-ils pas aussi de l'électricité et une électricité identique également avec celle de nos machines ? Mais, si la chaleur produite pendant la vie, nécessaire à la vie, n'est cependant pas la vie, pourquoi l'électricité elle-même serait-elle la vie ? Comme la chaleur, comme l'action chimique, l'électricité est un instrument de la vie et rien de plus. »

J'aime à rapprocher ces souvenirs de ceux que Faraday lui-même consignait, peu de temps après, dans les notes recueillies pendant un voyage qu'il fit en Suisse avec son beau-frère, M. Barnard, pour rétablir sa santé fortement ébranlée. On appréciera comment ses conceptions scientifiques les plus hardies, s'arrêtant au point où l'impuissance de l'homme se révèle, se conciliaient sans effort avec les convictions religieuses les plus profondes, et comment les raisonnements calmes et froids du savant n'étouffaient jamais en lui les dons d'une imagination heureuse.

Établi à Interlaken, il se rendait volontiers à la chute du Giessbach, sur le lac de Brienz. « Aujourd'hui, dit-il dans « une des pages de son journal, toutes les chutes écumaient, « le courant d'air qu'elles produisaient en défendait les ap- « proches ; le soleil brillait derrière nous. Au milieu de la « poussière d'eau soulevée de toutes parts, se montraient « des arcs-en-ciel magnifiques. Au fond d'une des chutes « les plus furieuses, on en distinguait un, surtout, lumineux

« et charmant. Autour de lui, tout était agitation et désor-  
« dre. Les brouillards de vapeur, les nuages de rosée en-  
« gendrés par les éclaboussures de la chute, se tordaient fu-  
« rieux, précipités et brisés sur le rocher même qui servait  
« de base au météore. Cependant celui-ci, brillant et ra-  
« dieux, comme un pur esprit, ferme dans la foi et fort au  
« milieu des passions qui l'assiégent, ne disparaissait que  
« pour revivre. Toujours appuyé sur le roc, il semblait,  
« comme au temps de Noé, recevoir d'en haut l'espérance  
« pour la réfléchir et la répandre, et les gouttes d'eau irritées  
« qui, se précipitant sur lui, menaçaient d'en effacer les  
« couleurs, ranimant au contraire leur éclat, ne faisaient  
« qu'ajouter à son calme et à sa beauté. »

Faraday éprouva bientôt l'une de ses grandes joies, car il plaçait, j'en suis certain, parmi les événements les plus heureux de son existence l'honneur que notre Académie lui avait fait en lui donnant le titre d'associé étranger. Les témoignages de respect et de sympathie dont il était l'objet sur tous les points du monde le touchaient vivement. Dans la préface de *Bajazet*, Racine s'excuse d'avoir emprunté un sujet de tragédie à l'histoire contemporaine; mais il fait remarquer que la distance, comme le temps, éloigne de nous les événements. Faraday, à son tour, pensait sans doute que les suffrages qui viennent de loin sont comme les avant-coureurs du jugement de la postérité, et, tandis qu'il témoignait moins d'empressement pour les honneurs que son propre pays lui aurait si volontiers offerts, il conservait et enregistrait avec soin les hommages qui lui étaient prodigués dans le reste du monde.

La grande estime qu'il faisait de notre opinion se manifeste par cette note écrite de sa main, au milieu du relevé de ses



titres académiques, à côté de celui qu'il avait reçu de nous. C'est le cœur qui parle et qui s'adresse au cœur d'une amie chère et fidèle : « Parmi ces précieux souvenirs et ces heureux « événements, j'inscris ici (après vingt-six ans de mariage) « la date de celui qui dépasse de beaucoup les autres comme « source d'honneur et de bonheur; nous fûmes mariés le « 21 juin 1821. » A la suite de cette note, se trouvent les pièces qui constatent cette union.

Ce que toute autre femme de savant en aurait pensé, serait recherche inutile; madame Faraday, pour qui il se montrait toujours animé d'un sentiment mêlé de chevalerie et d'affection, vit sans jalousie ce rapprochement entre le culte de la science et celui du foyer domestique. Ceux d'entre nous à qui il a été permis d'apprécier ces deux êtres si rares et la délicate harmonie de leurs belles âmes, jugeront que Faraday mettait bien haut les titres par lesquels les académies étrangères s'associaient à sa gloire, en les mêlant aux actes qui lui avaient donné la noble compagne de sa vie.

Faraday devait terminer sa carrière scientifique par deux grandes découvertes : l'action du magnétisme sur la lumière par l'intermédiaire de la matière et le diamagnétisme.

Dans une lettre qu'il m'écrivait le 17 janvier 1845, il m'annonçait le premier de ces événements considérables, et il me chargeait d'en informer l'Académie. « Si l'on fait passer, dit-il, un rayon lumineux polarisé à travers une substance « transparente, et que celle-ci soit placée dans le champ « magnétique, la ligne de force magnétique étant disposée « parallèlement au rayon lumineux, celui-ci éprouvera une

« rotation. Si l'on renverse le sens du courant magnétique,  
« le sens de la rotation du rayon lumineux sera également  
« renversé. »

« Je vois là, ajoutait-il, une action magnétique s'exerçant  
« sur le rayon lumineux lui-même ; mais plusieurs de  
« mes amis qui, toutefois, n'ont pas été à même de prendre  
« en considération tous les faits que j'ai étudiés, sont  
« d'avis que ce phénomène ne prouve rien de tel. Ainsi,  
« quoique mon opinion demeure la même, je reconnais vo-  
« lontiers qu'il se pourrait qu'elle fût erronée. »

Les amis que Faraday avait consultés pensaient que ses puissants aimants exerçaient un glissement ou une torsion sur les particules matérielles des corps transparents, et leur communiquaient pour un moment les propriétés que le sucre et certaines variétés de quartz possèdent toujours ; sa belle expérience démontrait de nouveau l'action des courants magnétiques sur les molécules matérielles, qu'ils transportent, lorsqu'elles sont libres, et qu'ils tendent à arracher de leur place, lorsqu'elles sont fixes ; mais elle n'allait pas plus loin.

Faraday n'a jamais accepté cette explication, et il croyait en avoir fait justice par une épreuve bien connue.

Si les molécules de la matière sont tordues dans un certain sens par l'aimant, de manière à devenir comparables à celles des corps naturellement doués du pouvoir rotatoire, le rayon lumineux qui traverse la masse transparente, de gauche à droite, par exemple, aura son plan de polarisation dévié d'une certaine quantité ; mais, ramené de droite à gauche par le même chemin, il devra éprouver une action exactement inverse, et reprendre sa première route. Faraday démontre que, loin de s'annuler, les déviations du plan de polarisation

produites par la marche du rayon allant ou revenant sur lui-même, s'ajoutent. Après trois, quatre, cinq voyages, en sens direct ou inverse, peu importe, ces déviations sont trois, quatre, cinq fois plus intenses qu'elles ne l'étaient par un seul trajet : phénomène absolument opposé à celui que le rayon lumineux polarisé nous fait voir quand il passe deux fois en sens direct et inverse dans une substance douée du pouvoir rotatoire naturel ; car en ce cas les déviations s'annulent.

Faraday, me rendant témoin de ces admirables phénomènes, lorsqu'il en arrivait à cette dernière expérience, se frottait vivement les mains, et ses yeux pleins de feu, sa physionomie animée, témoignaient du sentiment passionné qu'il portait à la découverte de la vérité.

Il y a donc autre chose, dans cette merveilleuse action, qu'un déplacement des particules de la matière. Faut-il supposer que l'action magnétique s'exerce sur l'éther ? Faut-il admettre qu'elle modifie les rapports naturels de l'éther et de la matière ? L'avenir en décidera. Ce qui demeure incontestable, c'est que la force magnétique et la lumière sont en rapport direct, puisque la première agit toujours sur le faisceau lumineux de la même manière et dans le même sens. Ce qui demeure incontestable aussi, c'est que le magnétisme et la lumière agissent l'un sur l'autre par l'intermédiaire de la matière, puisqu'en l'absence de toute matière, dans le vide, par exemple, le phénomène ne se produit pas, et qu'avec des corps transparents divers, il se produit avec des intensités constantes pour chacun d'eux, mais différentes par la quantité et même par le sens, selon leur nature.

Ainsi, l'action que le magnétisme exerce sur la lumière, comme l'avait jugé Faraday, du premier coup d'œil,



offre ce double caractère qu'elle semble à la fois directe et indirecte : directe, si l'on en étudie les effets sur le rayon lumineux qui semble alors seul en cause ; indirecte, si l'on cherche la part qui appartient à la matière dont la présence est indispensable, et dont la nature exerce un changement incontestable dans les effets observés.

Mais cette découverte si considérable, si inattendue et si loin encore d'avoir porté tous ses fruits, devait conduire Faraday à mettre en lumière l'une des propriétés les plus générales de la matière.

Un amateur français ingénieux, Lebaillif, avait reconnu que le bismuth éprouve de la part de l'aimant un effet contraire à celui qu'il exerce sur le fer : au lieu d'en être attiré, il en est repoussé. Faraday démontre que ces deux manières d'agir de l'aimant sur le fer et sur le bismuth sont des cas particuliers d'une loi générale.

Parmi les corps, les uns, comme le fer, le nickel, le cobalt, le manganèse et le platine, sont attirés par les pôles de l'aimant, les autres sont repoussés ; de telle sorte que, si ces derniers étaient suffisamment sensibles aux influences magnétiques, une boussole qui en serait formée, au lieu de prendre sa direction du nord au sud, se tournerait vers l'est et l'ouest.

Le magnétisme agit donc sur toute la nature. Les anciens ne connaissaient que la pierre d'aimant ; les modernes ont limité pendant longtemps l'action magnétique au fer et à l'acier, d'abord, puis à quelques métaux. Les travaux de Faraday font voir que tous les métaux, tous les solides, tous les liquides, tous les gaz même, sont im-

pressionnés par le fluide magnétique; les uns, à la manière du fer, en prenant une direction polaire; les autres, à la manière du bismuth, du plomb, de l'argent, du cuivre et de l'or, en prenant une direction équatoriale.

Ainsi, ce n'est pas seulement l'aiguille aimantée qui obéit à l'action des courants magnétiques et qui en est impressionnée. L'air qui nous entoure est magnétique, à la manière du fer, surtout par son oxygène, comme le démontre notre confrère M. Edmond Becquerel, qui a si bien étudié le magnétisme des gaz, et notre atmosphère, condensée à la surface de la terre, y produirait l'effet d'une enveloppe de fer de l'épaisseur d'une feuille de papier.

L'hydrogène, au contraire, est doué du magnétisme équatorial; il en est de même de l'eau, soit liquide, soit gelée.

Les matières organiques, les fruits, le sang, la chair, se comportent à la manière de l'eau.

Ainsi, dans un être vivant, tous les tissus et même tous les liquides sont impressionnés par les impulsions magnétiques.

Les partisans du magnétisme animal pourraient donc sourire des savants et de leur longue incrédulité; mais, ici comme en tout, entre eux et les savants, il n'y a de commun que les mots.

Ce n'est pas le lieu de développer les études dont les expériences de Faraday sur le magnétisme universel ont été l'objet. On peut recommander à ceux qui voudraient approfondir ce sujet important de prendre pour point de départ les vues qui ont si bien dirigé Faraday lui-même.

Il admet qu'autour des pôles d'un aimant il se développe un champ de force magnétique, constitué comme si cette force rayonnait de l'aimant en lignes droites, invisibles et

disposées ainsi que l'indique la limaille de fer répandue sur une feuille de papier, sous laquelle on a couché à plat un aimant énergique.

Le fer et les corps magnétiques obligent ces lignes de force, qui s'enfuyaient dans l'espace, à converger, et, s'ils sont librement suspendus, ils en sont dirigés vers les places où la force est à son maximum. Le bismuth, le cuivre et les corps diamagnétiques, au contraire, font diverger les lignes de force magnétique et sont dirigés, peu à peu, vers les places où la force est à son minimum.

C'est ainsi que, parmi ces substances, les unes, celles qui sont magnétiques, sont attirées par l'aimant, tandis que les autres en sont repoussées; c'est encore ainsi que les unes prennent la direction polaire et les autres la direction équatoriale.

Essayons maintenant de résumer les découvertes mémorables de Faraday dans l'étude de l'électricité.

Il a mis hors de doute que toute action chimique est la source d'un mouvement électrique, proportionnel à son intensité, subordonné à sa durée et dirigé selon son propre sens, identique, enfin, pour tous les équivalents des corps, qui s'engagent dans des combinaisons similaires.

Il a fait connaître un mode nouveau de mouvement électrique, le moins coûteux, le plus puissant, le plus maniable, le plus flexible et le plus universel dans ses effets : l'induction.

Il a converti le magnétisme en électricité et l'électricité en magnétisme, par des méthodes qui ne laissent aucun doute sur l'identité d'origine de ces deux manifestations de la force.

Il a fourni les moyens de rendre visible et certaine la rela-



tion entre le magnétisme et la chaleur que d'anciens phénomènes avaient fait soupçonner.

Il a découvert une action du magnétisme sur la lumière, et, s'il a eu le regret de ne pouvoir mettre en évidence, par réciprocité, une action de la lumière sur le magnétisme, il a ouvert la route.

Il a établi l'existence d'une action universelle du magnétisme sur tous les corps connus : solides, liquides ou gazeux ; bruts ou vivants.

Il a donc démontré par des expériences certaines et désormais popularisées que le magnétisme agit sur la matière dans toutes ses formes et sur la force dans toutes ses manifestations : lumière, chaleur, électricité, force mécanique ou chimique.

Il n'a pas découvert entre l'électricité ou le magnétisme et la pesanteur une relation qu'il a longtemps, je dirais presque toujours cherchée. Mais, si ce dernier trait manque au tableau de sa vie et à la satisfaction de ses convictions sur l'unité de la force, il a montré le chemin à des émules plus heureux.

Ce résumé suffit pour témoigner du changement qui s'est produit dans les opinions des physiciens depuis l'année 1819, signalée par la découverte mémorable d'Oërstedt et par le premier mémoire de Fresnel sur la diffraction. Aux émissions de matières impondérables, qui expliquaient auparavant les propriétés de la lumière, de la chaleur, de l'électricité et du magnétisme, a succédé le système des vibrations ou mouvements auxquels on les attribue aujourd'hui. Ce résumé témoigne aussi de la part considérable qui revient à Faraday dans cette révolution.

Indépendamment d'OErstedt, qui méritait, par ses convictions réfléchies sur l'identité des forces chimiques et électriques, d'être le premier à constater l'action du courant électrique sur l'aiguille aimantée, l'électricité est surtout redevable, pour ne parler que de ceux qui ne sont plus, à Franklin, Coulomb, Galvani, Volta, Arago, Ampère, Faraday.

Ampère et Faraday ont une place à part dans cette pléiade illustre. Ils ont, chacun de leur côté, non-seulement découvert des faits, mais ils les ont rassemblés et subordonnés à des lois, et quand l'électricité aura trouvé son Newton, on pourra dire que si Ampère en fut le Képler, Faraday en fut le Galilée.

On aime à arrêter son souvenir sur Ampère, sur Faraday, et à comparer ces deux hommes, si divers par les dons de la nature, si rapprochés par le génie et par les travaux. Ce que l'un a fait, l'autre aurait pu le faire. Ils sont inséparables dans le tableau du mouvement scientifique dont l'électricité a été l'objet, comme dans le souvenir de ceux qui les ont vus à l'œuvre. Quelle différence, pourtant, sous tous les rapports entre ces deux inventeurs, dans l'éducation, dans les habitudes, dans la manière d'interroger la nature et dans le point de départ ou la marche de leur investigation ! Ce n'est qu'au but qu'ils se rencontrent ; mais, là, ils se confondent si étroitement, qu'on ne pourrait pas distinguer les résultats obtenus par l'un de ceux que l'autre a constatés : même rectitude dans les vues, même grandeur dans les conséquences, même physionomie dans les formules simples qui expriment les vérités acquises par leurs efforts.

Ampère était grand, mélancolique, gauche dans ses mouvements, lent dans ses allures ; presque aveugle, écrire une



ligne était pour lui une fatigue, tracer correctement un cercle ou un carré une impossibilité. Sa mémoire exercée et sûre avait tout retenu : histoire, philosophie, zoologie, physique, chimie; vers des classiques français et latins; détails minutieux des caractères attribués aux plantes par Jussieu, ou aux animaux par Cuvier. Ses distractions fabuleuses étaient, de son vivant même, passées à l'état de légendes; il aimait à s'abandonner au courant de son imagination; tout devoir lui était pénible. Sa vie scientifique semblait terminée, lorsque la découverte d'OErstedt vint faire vibrer dans sa belle intelligence des cordes que personne et lui-même n'y avaient jamais soupçonnées. Pour matérialiser sa pensée, lui, si maladroit, devenait le plus ingénieux des constructeurs d'appareils; lui, si myope, rendait visibles à tous, par les yeux du corps et par les expériences les plus claires, des propriétés cachées de la matière que la méditation seule dévoilait aux yeux de son esprit; ce rêveur était saisi d'une vive passion, et son intelligence, portée soudain vers une région supérieure, dévoilait, en quelques semaines, des vues neuves sur la constitution moléculaire des aimants, des faits prédits avec une logique admirable et mis en évidence avec sûreté, des lois, enfin, formant ce code de l'électricité dynamique, consacré déjà par le temps.

Faraday était de taille moyenne, vif, gai, l'œil alerte, le mouvement prompt et sûr, d'une adresse incomparable dans l'art d'expérimenter. Exact, précis, tout à ses devoirs; lorsqu'il préparait, dans sa jeunesse, les leçons de chimie à l'Institution royale, chaque expérience, menée à point, répondait si bien à la pensée et à la parole du maître, qu'on avait coutume de dire alors que celui-ci professait sur le velours. A la

fin de sa vie, lorsqu'il avait quitté la chaire, redevenu auditeur, il suivait de l'œil tous les appareils, surveillant leur marche, prêt à la hâter ou à la ralentir, à réparer le moindre désordre, sans affectation, et comme s'il accomplissait l'office d'un régulateur naturel identifié avec la pensée du professeur. Il vivait dans son laboratoire au milieu de ses instruments de recherche ; il s'y rendait le matin et en sortait le soir, aussi exact qu'un négociant qui passe la journée dans ses bureaux. Toute sa vie fut consacrée à y tenter des expériences nouvelles, trouvant, dans la plupart des cas, qu'il était plus court de faire parler la nature que d'essayer de la deviner. Obligé par sa mémoire ingrate et infidèle de noter et de numérotter les faits qu'il découvrait ou les idées qui germaient dans son esprit et d'en tenir registre, il en dressait soigneusement la table, certain que, sans cette précaution, il ne les retrouverait jamais au moment du besoin. Faraday, qui n'était pas mathématicien, a été moins prompt dans ses conceptions qu'Ampère ; son œuvre, fondée sur l'expérience seule, a été plus lente ; mais, comme lui, il s'est élevé à la plus haute contemplation de la nature, et, comme lui, il a découvert tout un ensemble de faits certains et de lois incontestables qui lient à jamais son nom glorieux à l'histoire de l'électro-magnétisme.

Entre Ampère et Faraday, l'un tout à la méditation, l'autre tout à l'action, l'un demandant tout à la pensée, l'autre tout aux faits, rien de commun au premier abord. Le premier ressemble au physiologiste qui, partant des lois de la vie, descend à la connaissance des organes et à celle de leur jeu ; le second, à l'anatomiste qui, de l'étude matérielle des appareils organiques, s'élève à la conception de leur mécanisme et

à l'interprétation de leur rôle dans l'homme vivant. Partis de points opposés, ils arrivent pourtant au même but, et nul ne saurait dire, alors, si la vérité qu'ils révèlent est le fruit d'une forte conception confirmée par l'expérience, ou celui d'une expérience heureuse, interprétée par une intelligence sûre. C'est ainsi qu'un même spectacle s'offre au regard de l'aigle qu'un vol porte au sommet des Alpes et à celui du voyageur qui en a gravi les pentes lentement et pas à pas.

Mais Ampère et Faraday avaient l'un et l'autre la fibre poétique, le cœur ouvert et l'âme haute. Ils ignoraient la jalousie et l'envie. Toute lumière les remplissait de joie, qu'elle vînt du dedans ou du dehors, qu'elle jaillît de leur propre cerveau ou de celui d'un émule. La jeunesse les trouvait pleins de bonté et d'affectueuse bienveillance. Tout succès les rendait heureux. Ils aimaient l'humanité et sa grandeur ; ils respectaient son caractère et sa mission sur la terre. Ils se considéraient comme des instruments d'une volonté suprême, à laquelle ils obéissaient avec respect, et si, pour ceux qui ne connaissent que leurs œuvres, ils comptent parmi les génies qui sont l'orgueil des fils des hommes, pour ceux qui ont connu leurs personnes, ils se placent parmi les plus humbles et les plus soumises des créatures de Dieu.

Ampère était universel. L'un des plus profonds géomètres de son époque, quand on le voyait dans l'intimité de Jussieu, de Cuvier, de Geoffroy-Saint-Hilaire, car il aimait les causeries du monde, on se disait : Il sait tout, il comprend tout, il pénètre au-delà de tout.

Faraday était plus spécial : chimiste au début de sa carrière, il s'était détourné, peu à peu, vers l'étude de la physique, et s'était concentré dans l'étude de l'électricité. Plus



extérieur, il vivait par les sens autant que par la pensée. Il n'aimait guère les réunions du monde, mais les grandes scènes l'attiraient et le remplissaient d'une ivresse fébrile. Le coucher du soleil dans la campagne, un orage sur les bords de la mer, un effet de brouillard dans les Alpes, excitaient en lui les plus vives sensations; il les comprenait en peintre, il en était ému en poète, il les analysait en savant. Le regard, la parole, le geste, tout trahissait alors en lui l'intime communion de son âme avec l'âme de la nature.

Une belle démonstration l'animait du même enthousiasme. On se souvient de l'ardeur généreuse avec laquelle il exposait, dans une soirée de l'Institution royale et devant Ebelmen ému, les beaux travaux de notre regretté compatriote sur la formation artificielle des gemmes. Où trouver un admirateur qui se soit montré plus passionné pour les beaux spectacles dont un de nos plus illustres confrères, M. Henry Sainte-Claire Deville, rend les chimistes témoins, en produisant par masses le sodium et l'aluminium, en fondant le platine en baigns éblouissants de clarté ?

Un aimable génie, dont la perte récente sera pour l'Académie un long deuil, Foucault, dont les procédés avaient tant d'analogie avec ceux de Faraday dans l'art de consulter la nature, ne fut jamais plus heureux, peut-être, que dans les occasions où il l'avait pour témoin intime de ses admirables expériences. Quand ces deux hommes, les mains dans les mains, les yeux humides, mais pleins de clartés, se remerciaient sans parler, l'un du bonheur qu'il avait éprouvé, l'autre de l'honneur qu'il avait reçu, je l'affirme, ce regard, cette étreinte, venaient de plus loin et remontaient plus haut que la terre.

Hélas ! qui aurait dit, en ce moment, que ces deux belles intelligences devaient bientôt être voilées ; et qu'avant de quitter ce monde, où leurs expériences ont répandu de si vives lumières, l'un perdrait la mémoire des mots et la faculté d'énoncer les conceptions que son esprit fatigué semblait embrasser encore ; l'autre la mémoire des faits et le souvenir même de ses beaux travaux, tout en conservant le moyen de communiquer les sentiments et les idées ordinaires de la vie commune !

Il y a longtemps que Faraday me disait avec résignation : Ma mémoire se perd ; j'oublie les noms propres ; j'oublie quelquefois mes expériences personnelles elles-mêmes. — Vous êtes, lui répondais-je, m'associant peut-être à sa propre pensée, comme Jacob, qui, après avoir lutté toute la nuit près du gué de Jabbok contre CELUI qui s'opposait à son passage, demeure libre, mais paralysé d'un membre, au moment où le soleil paraît à l'horizon. Vous aussi, vous avez lutté dans les ténèbres, jusqu'au lever de l'aurore, et quand la lumière s'est faite, quand vous avez vu la vérité, face à face, si votre intelligence a été délivrée du doute, elle reste épuisée de l'effort.

Faraday, qui avait toujours redouté cette épreuve, fut forcé de résigner son enseignement en 1862, et de faire ses adieux à cet auditoire choisi de l'Institution royale, au milieu duquel il avait passé sa vie entière, qui avait eu la primeur de toutes ses découvertes et qui avait joui de tous ses succès, plus que lui-même.

S'il se survécut pendant quelque temps, dans cette retraite d'Hampton Court, qu'il devait à la sollicitude de la Reine, son cœur resta toujours ouvert. Son bonheur était de

s'y voir entouré des siens ; son enthousiasme pour les orages et les tempêtes ne se démentit pas ; et lorsqu'il imposait ses nobles mains sur le front de M. Tyndall, son élève, assis à ses pieds, on eût dit que, par une réminiscence touchante, il cherchait à recueillir dans sa pensée les titres de sa mission sur la terre, pour les transmettre intacts, avant de la quitter, à celui qu'il avait choisi comme son successeur et qui se montre si digne de sa paternelle confiance.

Faraday s'éteignit doucement dans son fauteuil et comme s'il s'endormait du sommeil du juste, le 25 août 1867, les yeux fixés vers le ciel.

Faraday offrait au moral un type vraiment rare. Sa vivacité, sa bonne humeur, rappelaient l'Irlande ; son esprit réfléchi et la force de sa logique faisaient songer à la philosophie écossaise ; sa ténacité décelait l'Anglais que rien ne détourne de sa voie. On n'est donc pas surpris d'apprendre que sa famille était fixée en Angleterre depuis deux générations au moins, que sa religion était empruntée à l'Écosse par une transmission certainement héréditaire, et que ses parents avaient gardé le souvenir traditionnel d'une origine irlandaise.

Quoi qu'il en soit, on peut dire que Faraday n'avait gardé que les qualités des trois races qui paraissent s'être aliées parmi ses ancêtres, et qu'il avait corrigé les défauts qu'on leur prête, à tort, assurément ; mais il n'était ni léger, ni pédant, ni égoïste.

On ne connaîtrait pas Faraday, si l'on ne pénétrait pas assez avant dans sa vie pour mettre en parallèle son amour pour la science et sa foi religieuse ; deux formes distinctes, mais inséparables, à ses yeux, du culte qu'il rendait à la



divinité. Tout ce qui est terrestre, disait-il, peut être connu par l'esprit de l'homme; mais tout ce qui concerne la vie future échappe à cet esprit et doit lui être communiqué par un autre enseignement. Il affirmait donc hardiment une distinction absolue entre les croyances ordinaires fondées sur l'observation des faits, et la foi religieuse fondée sur la révélation.

Faraday appartenait à la secte des *Glassites* ou *Sandemaniens*, à laquelle sa participation aura donné une célébrité inattendue. Les noms de cette petite Église, qui compte à peine en Angleterre mille adhérents aujourd'hui, sont empruntés à celui de son fondateur Glass, déposé vers 1730, pour ses opinions, par l'Église écossaise, et à celui de son disciple énergique, Sandeman, qui en conserva la foi.

Les Sandemaniens croient que la mort du Christ suffit au salut et à l'expiation; ils se rapprochent des premiers chrétiens : prédicateurs élus par les fidèles; repas fraternel entre les deux services du dimanche; communauté des biens, au moins jusqu'à concurrence de la disparition de toute pauvreté dans les familles unies; défense absolue du prêt à intérêt.

Faraday fut pendant une grande partie de sa vie Ancien de son Église et ne renonça à la prédication qu'au moment où il abandonnait l'enseignement lui-même.

Le nom de Faraday doit donc être ajouté à la liste de ceux qui ont été aussi sincères dans leur foi que profonds dans leur science. Les hommes religieux de l'Angleterre constatent que Newton et Faraday, qu'ils considèrent, l'un, comme le plus élevé des géomètres, l'autre, comme le plus heureux des expérimentateurs, n'ont rien vu dans l'étude

de la nature qui pût ébranler leur croyance. Newton, pénétrant dans les profondeurs des cieux, assujettissant pour toujours la marche des astres au calcul et révélant à l'homme les lois du système du monde ; Faraday, pénétrant dans les entrailles de la matière, faisant jaillir du choc de ses particules invisibles ou de la rencontre des forces insensibles qu'elles recèlent des pouvoirs merveilleux ou redoutables, ont également gardé, disent-ils, les pieuses convictions de leur enfance. L'orgueil du succès ne les a jamais enivrés, et, tandis que leurs propres découvertes servaient, à côté d'eux, d'argument aux incrédules, leur conviction personnelle ne s'est pas démentie un instant.

J'ai beaucoup étudié Faraday ; je ne l'ai bien connu, pourtant, qu'après sa mort et par lui-même. Sa perfection, que je croyais spontanée, était le fruit d'une observation constante et d'une fermeté d'âme à toute épreuve. Vers sa vingtième année, ses lettres les plus intimes me le montrent maître de ses vivacités, mais non sans combat ; plus tard, elles le font voir ayant dompté, mais non sans peine, une fierté toujours près de la révolte ; plus tard, enfin, il craint d'avoir écouté le démon de l'orgueil, et il prend volontiers pour texte de ses sermons, qu'on n'a pas oubliés dans sa communauté : « Que la parole divine soit comme le marteau qui brise le rocher, et qu'elle soumette à Dieu toute pensée orgueilleuse et vaine. »

Il admettait, en effet, avec la plus grande simplicité d'âme, ainsi que tous ses coreligionnaires, qui en font un article fondamental de leur doctrine : « que les mérites humains ne sont rien aux yeux de Dieu. »

C'est en séparant les opinions que lui inspirait l'étude de



la nature et celles qu'il avait reçues, au sujet des vrais fondements de la religion, et dans lesquelles la réflexion l'avait confirmé, que Faraday n'a jamais été gêné ni par ses progrès personnels, ni par ceux d'autrui, dans le développement de sa pensée scientifique.

Depuis que le monde existe, disait-il, l'opinion n'a-t-elle pas toujours changé avec le progrès des choses ? Pourquoi en serait-il autrement désormais ? Je ne crois pas que nous soyons en possession de la plus haute dose d'intelligence qui puisse sortir de la pensée humaine. Nos successeurs seront pour nous ce que nous sommes pour nos ancêtres. Nos corps remplacent leurs corps et nos pensées leurs pensées ; nos descendants prendront, à leur tour, par de nouveaux corps et des pensées nouvelles, les places des nôtres. Ce qui l'étonnait le plus, c'était de voir des savants s'opposer au progrès par esprit de système et par une confiance aveugle dans les théories. Ils sont assis sur un trône aux pieds d'argile, disait-il ; tant qu'il est debout, ils barrent le chemin ; quand il s'est écroulé, ils l'obstruent.

En tout ce qui concerne les sciences, je n'ai jamais connu d'esprit plus libre, plus dégagé, plus hardi ; c'est le résultat de la méthode expérimentale. Il ne croyait même pas à l'existence de la matière, loin de lui tout accorder ; il ne voyait dans l'univers qu'une seule force obéissant à une seule volonté. Ce qu'on appelle matière n'était à ses yeux qu'un assemblage de centres de force. Chose étrange assurément ! Dans un autre pays, qui donne le pas volontiers à la méthode mathématique, et où certaines témérités sont légèrement portées, ce n'est pas sans difficulté qu'on se persuade, au contraire, que les vérités scientifiques n'ont pas reçu leur

dernière expression et qu'on peut y toucher sans sacrilège.

Cependant, douter des vérités humaines, c'est ouvrir la porte aux découvertes; en faire des articles de foi, c'est la fermer. Douter des vérités divines, c'est livrer sa vie aux hasards; y croire, c'est lui donner son lest. Telles étaient la conviction et la règle de Faraday.

C'est à regret qu'on se sépare de ce beau caractère, et comme son digne successeur, M. Tyndall, je termine cette esquisse par une comparaison empruntée à son enseignement populaire.

Faraday aimait à démontrer que l'eau a horreur des impuretés; qu'elle s'en dépouille par une foule de procédés, et que si l'on fait refroidir et congeler, par exemple, de l'eau trouble, colorée, salie, chargée de sels âcres ou amers, d'aigres acides ou d'alcalis cuisants, le glaçon qui se forme dans son sein, éloignant de lui les souillures, se dégage limpide, inodore, agréable au goût, blanc et brillant comme le cristal.

Ainsi avons-nous connu Faraday; aux prises avec les besoins, les tentations et les passions de la vie, il éloigna de bonne heure les mauvaises pensées, les sentiments égoïstes et les instincts vulgaires ou inférieurs, dégageant, de plus en plus, de l'argile terrestre, l'âme qu'il a rendue, enfin, à son Créateur, pure et sans tache.

---