

# L'évolution des conceptions scientifiques d'Ørsted

*Discours à l'Académie Royale  
des Sciences et des Lettres de Danemark le 30 octobre 1970*

par **L. Rosenfeld**

*L'Esprit dans la nature* est l'expression de la vue du monde à laquelle Ørsted parvint dans la pleine maturité de sa pensée. L'allure romantique qu'il lui donne est sans doute un écho de son premier amour pour la »Naturphilosophie«, mais dans le rôle dominant qu'il y assigne à la raison on discerne clairement, non seulement le fruit de sa propre expérience de savant, mais surtout la trace d'une inspiration venant de l'école française, qui donnait le ton à la pensée scientifique à l'époque où il accomplissait son œuvre créatrice. Il serait injuste, toutefois, de le qualifier d'éclectique: il n'a jamais songé à chercher un compromis entre les tendances opposées dont il subissait l'influence; il s'efforçait plutôt d'en tirer une synthèse qui, gardant ce qu'il y avait de valable dans chacune d'elles, pourrait offrir une vue harmonieuse de la nature et de la place que l'homme y occupe. Sous cet angle, son attitude fait penser à celle de Niels Bohr. Ils étaient tous deux ouverts à tous les courants d'idées de leur temps, mais ils ne les recevaient pas sans les soumettre à une critique pénétrante, et ils savaient les transformer et les fondre en une harmonieuse unité. Bohr disait souvent qu'il était heureux d'être né dans un petit pays, où aucune tradition ne bornait les esprits, mais où au contraire avaient libre accès toutes les impulsions culturelles du dehors: c'est précisément de la fusion de traditions différentes, observait-il, que se sont formées au cours de l'histoire de nouvelles civilisations toujours plus riches, et la même loi gouverne la formation d'idées directrices nouvelles dans la science.

Retracer la longue voie qui mené Ørsted à la maturité philosophique n'est pas une tâche facile, car en fait de témoignages directs on ne dispose que d'indications accidentelles contenues, soit dans ses propres déclarations, soit dans celles de ses contempo-

rains, et on doit donc surtout se baser sur les conclusions que l'on peut tirer de l'analyse de ses écrits et de divers événements de sa carrière scientifique. Mais tous ces éléments réunis permettent de se faire une idée assez nette de l'évolution de son attitude vis-à-vis des courants philosophiques de son temps. Dans cet essai, nous n'entreprendrons pas de suivre cette évolution dans toute la richesse d'une pensée à laquelle aucune activité humaine n'était étrangère; nous nous bornerons à l'étudier en rapport avec une des grandes idées scientifiques qui dominèrent le XIX<sup>e</sup> siècle: la conception des transformations mutuelles des forces naturelles. Cet exemple suffira à éclairer les motifs qui ont guidé le progrès de la pensée scientifique d'Ørsted et à illustrer la puissance et les limitations de cette pensée.

---

L'idée de la transmutabilité des forces naturelles a des origines lointaines dans le fonds commun des traditions préscientifiques du moyen âge et de la Renaissance, à partir desquelles la science moderne a pris forme au XVII<sup>e</sup> siècle. On peut en voir un premier essai de systématisation dans l'hyломorphisme d'Aristote, dont l'idée maîtresse est la variabilité des qualités, des formes, qui peuvent mettre successivement leur empreinte sur la même matière. De cette savante conception, les artisans qui l'adoptèrent firent une doctrine ésotérique, l'alchimie, où la primauté de la forme sur la matière entraînait à imaginer des liens mystiques, établis par des similitudes de forme et des gradations de qualité, entre les divers »règnes« de la nature, et notamment entre l'homme, le microcosme, et l'univers, le macrocosme. Au début de la Renaissance, ces spéculations reçurent un début de rationalisation, qui conduisit à toute sorte d'extravagances, tel ce »poisson évêque« décrit et illustré, parmi d'autres monstres marins, par Rondelet dans son livre *De piscibus marinis* (1554). Ces aquatiques dignitaires, sans doute des morses, se voyaient sur les côtes des pays nordiques, parfois accompagnés de »moines«, peut-être des phoques. Le poème, très populaire à l'époque, de Guillaume du Bartas sur la création du monde, y fait allusion en parlant de la mer:<sup>1</sup>

<sup>1</sup> G. du Bartas, *La Sepmaine ou Creation du Monde* (1578), Cinquiesme Jour, v. 45-47.

De ses gouffres profonds quelquefois elle tire  
 Son moine, et son prelat, et les jettant à bord,  
 En fait monstre aux humains qui vivent sous le Nord.

De la même veine découle la doctrine des »signatures« des plantes, due à Paracelse et propagée par Porta dans sa *Phytognomonica* (1588): certains organes des plantes – feuilles, fruits, racines ou autres – offrent une ressemblance avec quelque partie du corps humain sur laquelle la plante en question peut avoir une action thérapeutique. Cette notion, empruntée à un folklore millénaire, où elle est encore vivante, ne put résister à la critique du siècle des lumières, et à l'époque victorienne elle n'inspirait plus à Edward Lear que les images fantaisistes de sa *Nonsense Botany*.<sup>2</sup>

Au XVII<sup>e</sup> siècle, par contre, le processus de rationalisation des rapports entre formes et matière était toujours très actif et prenait bientôt un tour nouveau: le dosage des qualités qui, selon les alchimistes, caractérisait les différentes espèces de corps, donna lieu à l'idée plus générale d'une échelle ou chaîne des êtres, s'étendant du microcosme au macrocosme par échelons d'organisation de plus en plus perfectionnée, mais procédant du même plan et présentant de ce fait des analogies de structure et d'activité. Dans la pensée de Newton, la conception de l' »analogie de la nature« joue un rôle heuristique de premier plan: elle lui permet en particulier d'attribuer aux éléments constitutifs de la matière non accessibles à l'observation, des propriétés analogues à celles des corps matériels directement observables. Newton est tellement conscient de l'importance de cet argument d'analogie pour sa conception atomistique du monde matériel qu'il l'énonce explicitement comme une des »règles« sur lesquelles il fonde sa méthode de »philosophie naturelle«.<sup>3</sup>

On pourrait croire que l'hypothèse d'une constitution atomique de la matière dût favoriser l'idée de la transmutabilité des forces naturelles, puisque son but est précisément de ramener toutes les manifestations qualitativement différentes de ces forces à une cause unique, le comportement des atomes. Mais si telle est en

<sup>2</sup> E. Lear, *Nonsense songs, stories, botany and alphabets* (1871), *More nonsense* (1872), *Laughable Lyrics* (1877).

<sup>3</sup> Cette question a fait l'objet d'une récente étude très approfondie de J. E. McGuire, *Atoms and the "Analogy of Nature"* (*Studies in History and Philosophy of Science* 1 (1970) 3–58).

effet la position épistémologique actuelle de l'atomisme, il importe de se rendre compte qu'elle est l'aboutissement d'un long processus dialectique, dont le premier mouvement tendait au contraire à masquer tout le problème de la nature ou même de l'existence des relations entre phénomènes qualitativement distincts. Tout d'abord l'idéal cartésien d'une description purement mécanique de l'univers, qui dominait tout autant l'atomisme de Newton, inclinait ce dernier à éliminer la prise en considération des apparences qualitatives de la philosophie naturelle, pour la situer dans le domaine des «idées», ou, comme nous le dirions, de la psychologie. C'est dans ce contexte que s'insère l'œuvre de Locke, d'inspiration directement newtonienne; c'est ainsi qu'elle fut comprise par les continuateurs de Newton au XVIII<sup>e</sup> siècle. Ainsi, l'atomisme conduisait, dans cette première phase, non à une explication des qualités, mais à leur «réduction» à une vaste dynamique des atomes. Le dernier pas dans cette voie fut sans doute la tentative de Laplace<sup>4</sup> de réduire la psychologie elle-même à une dynamique du «sensorium».

L'atomisme du XVIII<sup>e</sup> siècle présentait d'ailleurs une autre particularité ayant pour effet d'isoler les forces naturelles les unes des autres, au lieu de suggérer des relations possibles entre elles: c'était d'associer chacune d'elles à un agent matériel spécifique. Malgré la règle de l'«analogie de la nature», qui l'invitait à comparer la propagation de la lumière à celle du son, Newton pencha finalement pour l'attribution des phénomènes lumineux à des corpuscules spécifiques. Plus tard, Lavoisier et Laplace, tout en se rendant compte que la chaleur pouvait n'être qu'une manifestation du mouvement des atomes matériels, donnèrent néanmoins la préférence à l'hypothèse d'un élément spécifique impondérable, le calorique.<sup>5</sup> C'est encore du temps de Newton que Beccher et Stahl introduisent le phlogiston comme agent universel des actions chimiques de combustion et de réduction; et lorsque Lavoisier lui substitue un agent d'acidification, l'oxygène, il obéit encore à la même tendance «substantialiste».<sup>6</sup> Ainsi se fixait dans l'école

<sup>4</sup> P. S. Laplace, *Essai philosophique sur les probabilités* (4e éd., 1819), pp. 241–242.

<sup>5</sup> A. L. Lavoisier et P. S. Laplace, *Mémoire sur la chaleur* (Mém. Acad. Sc. 1780).

<sup>6</sup> Voir sur ce point H. Metzger, *La philosophie de la matière chez Lavoisier* (Paris, 1935).

française une conception des forces naturelles, sanctionnée par l'autorité quelque peu tyrannique de Laplace, et bientôt incorporée par Auguste Comte à son système de »philosophie positive«, qui conduisait à les considérer comme attachées à des agents matériels spécifiques et par suite comme irréductibles l'une à l'autre.

Devant cette vigoureuse croissance de la science française, prolongeant la tradition newtonienne en mécanique et en astronomie, mais étendant à tous les domaines de la chimie et de la physique ses investigations nettement orientées vers les applications industrielles – »les applications aux arts«, comme disait Laplace,<sup>7</sup> – la philosophie allemande contemporaine fait figure de réaction contre le rationalisme de la méthode scientifique et le matérialisme qui – ouvertement ou sous le voile du déisme – en exprime la tendance et les conclusions. Idéologie de frustration et d'évasion, elle reflète le dépit d'une bourgeoisie trop faible encore pour prendre part à l'expansion économique de ses rivales et qui, se détournant des sources vives de cette expansion, cherche en quelque sorte dans la pensée contemplative un raccourci qui la conduirait d'emblée aux résultats de la recherche active. C'est d'abord Kant qui jette le doute sur l'efficacité de la pensée rationnelle, puis Schelling et Oken qui, faisant fi de tout appel à celle-ci, prétendent tirer de pures »idées« *a priori* une description complète du monde. Il n'est guère surprenant de retrouver dans ces »idées« les archétypes dont nous rappelions plus haut la présence dans les doctrines des alchimistes et des humanistes de la Renaissance. En particulier, on y voit en bonne place la primauté de la forme sur la matière et l'idée de l'identité fondamentale des formes sous lesquelles se manifestent les forces naturelles. En effet, s'attaquant à la méthode analytique de la science, la *Naturphilosophie* lui reproche de rompre par un découpage arbitraire l'unité des phénomènes et lui substitue l' »Anschauung«, la vue synthétique, qui nous révèle cette unité. »Le triple caractère de l'universel, du particulier et de l'indifférence entre les deux, nous assure Schelling,<sup>8</sup> exprimé par leur identité est le magnétisme, exprimé par leur différence est l'électricité, et exprimé par la totalité est le processus chimique. Ainsi ces formes n'en sont qu'une, et le processus chimique est un simple transfert des trois points du magnétisme au triangle de la chimie«.

<sup>7</sup> P. S. Laplace, *Exposition du système du monde* (4e éd., 1813), p. 356.

<sup>8</sup> F. Schelling, *Ideen zur einer Philosophie der Natur* (1797).

Qu'Ørsted ait puisé à cette source impure l'idée qui l'a finalement conduit à sa grande découverte, n'est pas une raison suffisante pour attribuer à la *Naturphilosophie*, comme on l'a fait récemment,<sup>9</sup> un rôle décisif dans le développement de l'électromagnétisme – non seulement dans le cas d'Ørsted, mais même, contre toute évidence, dans celui de Faraday. Sans doute, Schelling a-t-il, dans un discours fameux,<sup>10</sup> commenté les expériences de ces deux physiciens établissant les relations mutuelles du courant électrique et du magnétisme: mais pour quel motif? Il le déclare avec une parfaite candeur: »Die Absicht . . . war, den notwendigen Zusammenhang der angeführten Entdeckungen zu zeigen und auseinanderzusetzen . . . wie die Entdeckungen . . . von denkenden Naturforschern mehr oder weniger vorausgesehen wurden«. Schelling revendique donc pour la *Naturphilosophie* la priorité des découvertes, et nullement le rôle d'inspiratrice de celles-ci – ce qui serait de sa part une inconséquence. Il va même jusqu'à dire qu'Ørsted a fait sa découverte par hasard. Il convient plutôt de se demander comment Ørsted est parvenu à rendre féconde une idée reçue sous une forme aussi nébuleuse. La réponse, comme nous allons le voir, est bien simple: c'est en abandonnant la voie spéculative qui l'avait d'abord séduit, et en adoptant la méthode scientifique dont il trouva le modèle à Paris.

Mais il importe avant cela d'écarter l'impression – qui serait totalement fautive – que la *Naturphilosophie* aurait eu en Allemagne même une influence appréciable sur le mouvement scientifique. Cette école, devant une génération qui éprouvait une profonde contradiction entre ses aspirations à l'affranchissement politique et économique et son impuissance à les réaliser, ne pouvait retenir que ceux qui abandonnaient la lutte et se réfugiaient dans le rêve. Les plus clairvoyants, par contre, s'en détournaient bientôt et s'efforçaient plutôt d'assimiler les méthodes qui réussissaient si bien aux Français et aux Anglais. Telle fut la tâche ingrate des chimistes et des physiciens allemands du début du XIX<sup>e</sup> siècle; et comme la suite le montre, ils la remplirent bien. Chez ces travailleurs honnêtes et consciencieux, la *Naturphilosophie* ne rencontrait qu'une hostilité non déguisée. La situation n'était d'ailleurs pas différente dans les sciences de la vie et la

<sup>9</sup> L. Pearce Williams, *Michael Faraday, a biography* (London, 1956); A. Hermann, *Der Kraftbegriff bei Michael Faraday und seine historische Wurzel* (Physik. Blätter 26 (1970) 247).

<sup>10</sup> F. Schelling, *Ueber Faradays neueste Entdeckung* (1832).

médecine, où l'on aurait peut-être pu s'attendre à ce que les »envolées hardies« de Schelling eussent trouvé plus d'écho. Écoutez, à titre d'exemple, le témoignage de l'embryologiste K. von Baer:<sup>11</sup> »Die Schelling'sche Philosophie, dachte ich mir, kann doch so leer nicht seyn, wie einige sie verschreien, da viele wissenschaftliche Männer sich noch erwärmt von ihren Strahlen fühlen«. Rebuté par la »nebelhafte Unbestimmtheit« de Schelling, il étudie l'ouvrage d'Oken, dont il apprécie la précision et la logique, mais avec lequel il se trouve souvent en opposition. Mais, conclut-il, ce désaccord lui était plus profitable que »die kühnen Flüge auf den Fittigen einer sehnsüchtigen und ästhetischen Phantasie durch Nebel und Morgenroth unternommen, um die Quelle des Lichtes zu finden. Obgleich solche Flüge mich anzogen, weil ich ursprünglich selbst wohl diese Sehnsucht in mir trug, so musste ich doch bald erkennen, dass, wenn die Quelle des Lichtes völlig sichtbar ist, Nebel und Morgenroth bald schwinden, und wo letztere bemerklich sind, sie eben den Beweis liefern, dass die Sonne noch nicht vollständig scheint«. Plus intéressant encore est ce qu'il rapporte de son maître, le zoologue Döllinger:<sup>12</sup> »Er hatte früher mit Eifer die Kantische Philosophie studiert, war dann von Schelling, dem er persönlich näher getreten war, fortgerissen, mochte aber bei seinem kritischen Verstande und seiner geregelten Phantasie bald erkannt haben, dass Schelling die schwierigsten Aufgaben der Philosophie zum Ausgangspunkte, gleichsam zum Piedestal seines Lehrgebäudes der Naturphilosophie gemacht hatte. Er sprach später nicht gern von dieser Zeit und erwartete den Aufbau der Physiologie von speciellen Beobachtungen, die dann mit philosophischem Geist zu erfassen wären«. On peut faire un rapprochement frappant entre cette conclusion et celle à laquelle Ørsted était arrivé de son côté dès 1809 ou 1810, selon le témoignage de C. Hauch, qui suivit ses cours pendant ces années: »Ayant peut-être remarqué, raconte Hauch,<sup>13</sup> que j'avais plus de goût pour les considérations générales sur la nature que pour les recherches de détail, il me mit instamment en garde contre trop d'abandon à ce penchant. »Je suis également persuadé«, dit-il,

<sup>11</sup> *Nachrichten über Leben und Schriften des Herrn Geheimraths Dr. Karl Ernst von Baer, mitgetheilt von ihm selbst* (St. Petersburg, 1866), S. 289–90.

<sup>12</sup> K. E. v. Baer, *ibid.* S. 184.

<sup>13</sup> C. Hauch, *Hans Christian Ørsted's Levnet* (Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted, bd. 9, s. 109–194, 1852), s. 120.

»mes leçons en font foi, qu'il règne une grande unité fondamentale à travers toute la nature, mais c'est justement quand on a acquis cette conviction qu'il convient surtout de fixer son regard sur le monde du multiple, où cette vérité peut seulement trouver sa confirmation. Sinon, l'unité elle-même devient une idée stérile et vide, incapable de conduire à une véritable compréhension««.

---

C'est au cours de son premier voyage à l'étranger, de 1801 à 1804, qu'Ørsted fut confronté sur une scène plus vaste que le milieu provincial de Copenhague avec les contradictions de l'épistémologie contemporaine: philosophie spéculative contre science empirique, forme contre matière, ou en termes plus précis: physique dynamique, ramenant les phénomènes à des »conflits« de forces de polarités opposées, contre physique atomique, mettant l'accent sur les corpuscules matériels dont les forces émanent et sur lesquels elles agissent. Le journal qu'il tint pendant ces années et les lettres qu'il écrivit à son mentor, le professeur Manthey, et à son frère, abondent en renseignements précieux sur son état d'esprit durant ces années formatrices.<sup>14</sup> Ces contradictions, il importe de le noter, il les portait en lui dès avant son départ: s'il était imbu de philosophie spéculative, il avait déjà acquis, avec la pratique de l'expérience, le respect des faits qu'elle nous révèle. Devant un *Naturphilosoph* ignorant des faits, il se pose ironiquement en »empiriste«;<sup>15</sup> mais s'il rencontre un défenseur passionné de l'empirisme pur, il lui oppose l'intervention de notre esprit sous la forme de la mathématique.<sup>16</sup> Il reconnaît le danger des explications illusoire que peut offrir le »système dynamique«,<sup>16</sup> mais il reproche au »système atomique«, non sans raison, de se contenter d'attribuer aux atomes les propriétés mêmes de la matière qu'il s'agit d'expliquer.<sup>17</sup> Il est piquant de remarquer à ce propos l'indignation qu'il manifeste contre »le mépris de sa patrie et l'admiration aveugle pour l'étranger« du physicien allemand Pfaff, qui propage les idées françaises.

<sup>14</sup> *Breve fra og til Hans Christian Ørsted, Første Samling* (Kjøbenhavn, 1870). Ce recueil sera cité *Breve I*.

<sup>15</sup> *Breve I*, s. 82.

<sup>16</sup> *Breve I*, s. 58-59.

<sup>17</sup> *Breve I*, s. 54-55.

Le grand événement de ce voyage, en septembre 1802 à Jena, fut la rencontre d'Ørsted avec Ritter, un fantaste, en qui les contradictions du temps s'exaspéraient sans le contrôle d'aucune critique.<sup>18</sup> Il poussait la spéculation jusqu'à l'extravagance, et se livrait à des expériences qualitatives, sur lesquelles il échafaudait hâtivement de nouvelles spéculations. Il lui arriva de la sorte d'observer le premier certaines propriétés importantes des corps, notamment la variation parallèle des potentiels de contact des métaux et de leur affinité pour l'oxygène, puis la mise en évidence d'un rayonnement ultra-violet par son activité chimique : propriétés qu'il fallut bien »redécouvrir« par une méthode plus sûre avant qu'elles puissent être incorporées à la science ; car on ne saurait faire grief aux physiciens de l'époque d'avoir été rebutés par le fatras des écrits de Ritter. Ørsted, cependant, se montre d'emblée réceptif à un mode de pensée qui, somme toute – jugement critique mis à part – est semblable au sien. A travers l'obscurité de l'expression, il perçoit dans l'ouvrage de Ritter sur le galvanisme une argumentation dont la rigueur le séduit au point qu'il la compare à celle d'Euclide !<sup>19</sup> Une confiante amitié s'établit bientôt entre les deux jeunes gens (ils sont tous deux dans leur vingt-sixième année). C'est ainsi que l'année suivante, séjournant à Paris, Ørsted se fait l'interprète de Ritter auprès des physiciens français, leur présentant les derniers résultats des recherches de celui-ci sur l'électricité voltaïque. En particulier, Ritter vient de construire une »Ladungssäule« qui est en fait un précurseur de l'accumulateur. Biot est suffisamment impressionné pour suggérer à Ørsted d'inviter son ami à concourir pour le grand prix de l'Institut.<sup>20</sup> Du mémoire informe que Ritter lui envoya, Ørsted fit en français un exposé si clair que l'auteur déclara »y avoir beaucoup appris«.<sup>21</sup> Il assista ensuite la commission de l'Institut chargée de juger le travail à répéter toutes les expériences qui y étaient décrites. Malheureusement, Ritter s'était avisé de signaler comme le plus important des phénomènes que son accumulateur lui avait permis de déceler, l'existence d'une polarisation électrique de la terre,

<sup>18</sup> Ritter a fait l'objet d'une étude très complète, accompagnée d'une anthologie, par A. Hermann : Johann Wilhelm Ritter, *Die Begründung der Elektrochemie* (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, neue Folge, Bd. 2, Frankfurt a. Main, 1968).

<sup>19</sup> *Breve I*, s. 77–80.

<sup>20</sup> *Breve I*, s. 137.

<sup>21</sup> *Correspondance de H. C. Ørsted avec divers savants*, tome II, Copenhague, 1920), p. 55 ; voir aussi p. 46.

semblable à sa polarisation magnétique: force fut à Ørsted et aux commissaires de constater que cette »découverte« était illusoire, et le prix échappa à l'imprudent candidat. Celui-ci ne se découragea pas pour si peu,<sup>21</sup> mais pour Ørsted, qui avait sans hésitation ajouté foi aux assertions de son ami,<sup>22</sup> l'aventure fut une salutaire invitation à redoubler d'esprit critique, tant à l'égard de la spéculation que dans l'exécution des expériences.

Peu de temps après son retour à Copenhague, une autre leçon du même genre l'attendait, bien plus cruelle, puisqu'elle le mettait lui-même en cause.<sup>23</sup> Dès la fin de 1801, il s'était pris d'admiration pour un des ouvrages les plus obscurs et les plus fantastiques que la *Naturphilosophie* eût inspirés, un système de chimie spéculative d'un certain Winterl, que celui-ci intitulait modestement *Prolusiones ad Chemiam Seculi Decimi Noni*. Encouragé par Ritter, Ørsted en fit une paraphrase en allemand, qu'il publia en 1803. Cette malencontreuse publication reçut des chimistes l'accueil qu'elle méritait: les comptes-rendus qui en parurent en 1804 tant en Allemagne qu'en Angleterre et en France furent impitoyables: »Pour la gloire du dix-neuvième siècle, lisait-on dans les *Annales de Chimie et de Physique*, il est à espérer qu'il se hâtera de rejeter l'offrande de M. Ørsted et la chimie de M. Winterl«. Cet »éreinement« n'eut pas sur Ørsted d'effet immédiat: ses convictions philosophiques n'en parurent pas ébranlées, et la popularité de ses leçons n'en fut pas affectée; mais sa réputation ne laissa pas d'en souffrir quelque peu. Je n'en citerai qu'un écho assez divertissant: P. A. Heiberg, qui vivait en exil à Paris, y avait rencontré Ørsted et ne le portait pas dans son cœur: ce jeune homme n'avait-il pas un jour<sup>24</sup> osé soutenir contre lui que les lois danoises n'étaient pas iniques! Aussi, ayant vu le compte-rendu des *Annales de Chimie*, le mordant satiriste s'empresse-t-il d'en faire part à Rasmus Nyerup,<sup>25</sup> avec des commentaires dépourvus de charité: »Assurément, si ces deux messieurs (Ørsted et Winterl) ont

<sup>22</sup> *Breve I*, s. 155–156.

<sup>23</sup> Un récit plus détaillé de cet incident est donné par K. Meyer, *Scientific Life and Works of H. C. Ørsted* (H. C. Ørsted, Scientific Papers, vol. I, Copenhagen, 1920), pp. XXVI–XXIX, XXXIV–XXXVI.

<sup>24</sup> *Breve I*, s. 127.

<sup>25</sup> S. Birket Smith, *Til Belysning af literære Personer og Forhold i Slutningen af det 18de og Begyndelsen af det 19de Århundrede*, en Samling Breve (Kjøbenhavn, 1884), s. 52–54.

dit les sottises qui leur sont attribuées, ils méritent chacun une place dans une maison de fous de leur pays. Je ne vous citerai que deux de ces sottises . . . D'abord, ils disent de l'architecture que la manière la plus juste de la définir, c'est de l'appeler une »musique congelée«. <sup>26</sup> Ensuite, ils appellent les dieux de la mythologie »des cristallisations intellectuelles«. <sup>26</sup> Je suppose que cet Ørsted est le frère de celui qui a écrit l'éloge du décret de l'an 1799 qui voulait congeler la raison au Danemark et en faire une cristallisation intellectuelle . . .«. <sup>27</sup>

Ørsted mit le temps qu'il fallut à se persuader, par la méthode dont les savants français lui avaient donné l'exemple, c'est-à-dire par des expériences soigneuses, de l'inanité des rêveries de Winterl. On s'aperçoit que dès 1806, sans abandonner le point de vue dynamique dont il ne se départira jamais, il s'était formé une idée mieux équilibrée de la nature des théories scientifiques: toute théorie implique une certaine connaissance des lois de la nature, c'est-à-dire de la raison qui règle la nature; que son expression soit imparfaite et ne puisse être transmise sans correction d'une génération à l'autre, n'est pas la faute des individus ni des générations, mais ne peut s'expliquer que par les lois qui gouvernent le développement de la vie mentale sur la terre. Quant aux systèmes spéculatifs, il en parle maintenant avec détachement, comme d'une étape dépassée dans sa propre voie vers la connaissance: »Au temps où nous nous sommes d'abord connus«, écrit-il à Oehlen-schläger (qui venait de renier avec éclat Steffens et l'école romantique), <sup>28</sup> »tu te souviens que mon frère et moi étions déjà devenus, par nos propres études, amis de la nouvelle philosophie et de la nouvelle poésie, alors que tu traitais encore les Schlegel de gamins effrontés. Au retour de mon voyage, je me rappelle très bien que tu voulais me démontrer que les Schlegel étaient excellents, et que je n'adorais pas avec assez de ferveur Schelling ou Steffens, que je mettais au-dessous du puissant Fichte et de l'esprit si riche et si fécond de Ritter. Et c'est toi qui veux maintenant m'ouvrir les yeux aux côtés faibles de ces hommes que tu admirais tant! . . . Je suis heureux, comme homme de science, d'avoir progressé constamment, pas à pas, vers mon but . . .« Ce qu'il dit un peu

<sup>26</sup> En français dans le texte.

<sup>27</sup> Allusion à un écrit de A. S. Ørsted défendant le décret sur les limitations de la liberté de la presse.

<sup>28</sup> *Breve I*, s. 226-227.

plus loin de Steffens montre qu'il a appris à réduire la spéculation philosophique à un rôle plus modeste et plus juste: »A une rare variété de connaissances, mais sans profondeur, il joint beaucoup d'aperçus heureux. Si l'on ne prend pas ceux-ci pour des résultats incontestables de la plus profonde philosophie, mais pour ce qu'ils sont: des éclairs dont la lueur peut nous guider, on peut apprendre beaucoup de lui. C'est ce que j'ai fait et c'est ce que je peux sans danger continuer à faire«.

---

Au moment où Ørsted écrivait ces lignes, treize ans le séparaient encore de la découverte de l'électromagnétisme: la justesse de sa dernière remarque ne saurait être mieux illustrée que par l'histoire de cette découverte. L'idée d'une relation entre courant électrique et magnétisme, corollaire de la conception générale de l'unité des forces naturelles, était un lieu commun de la *Naturphilosophie*; mais elle resta stérile jusqu'au moment où Ørsted fut mis sur la voie de l'expérience décisive. Cette expérience paraît simple – *post eventum*; mais son succès dépendait d'un caractère fondamental du phénomène – sa symétrie par rapport à la direction du courant – qui allait à l'encontre des idées reçues: car si l'on raisonnait en termes de polarités électriques et magnétiques, on était amené à chercher l'effet le plus marqué pour une situation perpendiculaire, et non parallèle, de l'aimant et du courant. Si Ørsted arriva à surmonter l'influence inhibitrice de cette inférence, c'est parce qu'il y fut préparé par une longue suite de recherches embrassant tous les phénomènes déjà connus qui accompagnent le courant électrique: réactions chimiques, émission de chaleur et de lumière. La méthode d'Ørsted était loin de pouvoir se mesurer à celle dont Faraday allait bientôt donner tant de brillants exemples: il se contentait encore d'expériences qualitatives et les constructions théoriques qu'il en tirait étaient surchargées d'hypothèses imprécises; mais ce qu'il importe de souligner, c'est qu'il subordonnait à présent la réflexion théorique à l'expérience. Seule, la conception générale de l'unité sous-jacente aux manifestations multiples des forces naturelles déterminait toujours l'orientation de sa pensée et imposait à ses représentations théoriques leur caractère dynamique.

Ce point de vue dynamique<sup>29</sup> impliquait avant tout une distribution continue des forces dans l'espace. Les forces électriques étant de polarités opposées, l'état de neutralité électrique est le résultat d'une compensation de ces forces opposées en chaque point. Du courant électrique, Ørsted se fait à partir de là une conception originale : si l'équilibre des forces électriques est rompu, leur «conflit» donne lieu à une séparation momentanée des électricités opposées ; mais celles-ci tendant à se recombinaison engendrent localement une oscillation des charges, et c'est la succession de ces oscillations locales le long du conducteur qui constitue le courant. De même qu'à grande échelle une décharge s'accompagne d'une étincelle lumineuse, les minuscules décharges locales qui se succèdent dans le conducteur sont à l'origine de mouvements vibratoires, semblables à des étincelles, que nous percevons, suivant leur fréquence, sous forme de rayonnement lumineux ou calorifique. Une des nombreuses idées jetées au hasard par Ritter – le mouvement oscillatoire est un caractère universel de la nature – a pu influencer Ørsted ; mais l'élaboration de sa théorie relève clairement dans ses détails, non de la *Naturphilosophie*, mais de la forme d'imagination que nous observons chez Newton, avec son appel à l'«analogie de la nature». C'est la même imagination constructive que l'on retrouvera bientôt, mais avec infiniment plus de précision et de rigueur, chez Faraday. Les conceptions que celui-ci développe appartiennent, comme celles d'Ørsted, à la tradition dynamique ; mais on ne saurait établir de filiation entre les vues de ces deux pionniers de l'électromagnétisme. La notion de champ de force est bien en puissance dans toute théorie dynamique, mais c'est Faraday qui l'a clairement dégagée et en a fait l'idée maîtresse qu'elle est encore pour nous. La puissance créatrice de Faraday n'avait pas besoin de modèles pour s'exercer, et d'ailleurs elle ne pouvait arriver à une représentation aussi fidèle des phénomènes qu'au contact direct de l'observation.

Mais où se place le magnétisme dans la théorie d'Ørsted ? Selon son propre témoignage,<sup>30</sup> le soupçon lui vint, au cours de ses leçons de l'hiver 1819–20, que l'effet magnétique du courant pourrait, comme la chaleur et la lumière, être émis radialement

<sup>29</sup> Le mémoire de K. Meyer, cité dans la note 23, contient une description détaillée des recherches d'Ørsted ; voir spécialement pp. XLV–LX et LXVII–CI.

<sup>30</sup> Voir le mémoire cité dans la note 23, pp. LXXIX–LXXX.

autour du conducteur. Il se manifesterait alors le plus fortement sur une aiguille aimantée parallèle à l'axe du conducteur – et non perpendiculaire à cet axe, comme on l'avait tant de fois essayé en vain. Même cette idée libératrice ne produisit pas tout de suite le résultat espéré: croyant que l'intensité de l'effet magnétique serait plus grande dans le cas où les effets calorifiques et lumineux seraient eux-mêmes intenses, il fit d'abord l'expérience avec un mince fil de platine et n'obtint qu'un effet faible et irrégulier. Trois mois se passèrent encore avant qu'il eût le loisir de reprendre ses expériences: il reconnut alors bientôt que c'étaient les conducteurs de grand diamètre qui donnaient le meilleur résultat. Ainsi, la symétrie axiale de la force magnétique du courant, dont l'annonce provoqua la surprise générale, était pour Ørsted une propriété prévue (ou du moins conjecturée), et son établissement expérimental était à ses yeux une confirmation de ses vues théoriques et contribuait même à les préciser.<sup>31</sup> Il ne se contente pas de mettre en évidence le phénomène; il varie les expériences pour en explorer toutes les particularités. Il constate aussi bien qu'Ampère qu'un circuit fermé est mis en mouvement par un aimant et se comporte lui-même comme un aimant, dont ses deux faces seraient les pôles. Mais tout ce travail, de même que la théorie dynamique qui l'inspire, ne trouvent plus d'écho: l'entrée en scène d'Ampère leur donne le coup de grâce.

---

Ampère s'empare du phénomène découvert par Ørsted et y applique, avec une énergie et une virtuosité inouïes, le formidable appareil analytique de la physique française. Aux conceptions dynamiques d'Ørsted, il ne prête aucune attention – il aurait été bien empêché d'entrer dans un mode de pensée si étranger au sien. Le problème, pour lui, c'est de réduire les actions électromagnétiques au schéma universel des forces centrales; et la difficulté qu'il présente, c'est précisément d'y faire rentrer la symétrie axiale de ces actions. D'emblée, il circonscrit la difficulté en montrant l'équivalence entre aimant et circuit fermé, et »réduisant«  
ainsi les actions électromagnétiques à des forces entre

<sup>31</sup> C'est ce qu'Ørsted déclare à la fin de la note annonçant sa découverte; voir le mémoire cité dans la note 23, p. XCIII.

courants. Il lui faut ensuite des sources et des points d'application pour ces forces : audacieusement, il atomise le courant, le découpe (par la pensée) en «éléments» infinitésimaux, et construit une expression mathématique de la force entre deux éléments de courant dont l'effet global correspond dans tous les cas à celui qu'indique l'expérience. En effet, une expérimentation simple, dépouillant le phénomène de tout ce qui pourrait l'obscurcir, marche de pair avec l'analyse mathématique, l'une étayant l'autre avec une parfaite rigueur. A vrai dire, lorsqu'Ampère présente son résultat – la loi de force entre éléments de courant – comme «uniquement» déduit de l'expérience, il fait bon marché de la dose d'abstraction qu'il a mise dans la notion même d'élément de courant. Plus tard, lorsque Kirchhoff voudra étendre la théorie d'Ampère à des conducteurs non filiformes, il devra introduire une distribution continue de densité de courant, préparant le retour à une description dynamique de l'électromagnétisme.

Ørsted ne pouvait se mesurer avec Ampère. Lorsqu'il le rencontre pour la première fois, lors d'un passage à Paris en 1823, le dialogue s'avère difficile : «Il est très maladroit dans la discussion», écrit-il à sa femme;<sup>32</sup> «il ne parvient pas à bien saisir les arguments des autres ni à bien présenter les siens ; néanmoins c'est un profond penseur». Une nouvelle entrevue, à laquelle assistent plusieurs physiciens, dont deux élèves d'Ampère, donne l'occasion à Ørsted de leur exposer sa théorie ; à l'en croire, ces derniers finissent par convenir qu'elle rend compte, comme celle d'Ampère, de tous les phénomènes : la différence, rapporte-t-il, c'est qu'Ampère «a transporté la circulation que j'ai découverte du conducteur à l'aimant. »La faiblesse de la position d'Ørsted, que ses hôtes ont assurément aperçue mais ont eu la politesse de ne pas lui faire sentir, est évidemment son incapacité à sortir de l'imprécision du qualitatif. En cela, il est inférieur, non seulement à Ampère, mais aussi à Faraday : car celui-ci, aussi ignorant qu'Ørsted du langage mathématique, parvient néanmoins à définir et à manier des concepts avec la même précision que les mathématiciens. C'est là un aspect essentiel de la pensée scientifique française auquel Ørsted est toujours resté étranger, non qu'il n'en apprécîât pas la valeur, mais parce que, lors de son premier séjour

<sup>32</sup> Recueil cité dans la note 14, *Anden Samling* (Kjøbenhavn, 1870), s. 50.

<sup>33</sup> Recueil cité dans la note 32, pp. 65–66.

à Paris, il était trop mal préparé pour s'en assimiler les principes. De la liste nombreuse des hommes de science qu'il fréquenta à des titres divers, les maîtres de la physique mathématique sont absents; tout au plus mentionne-t-il sans enthousiasme une leçon de Monge à laquelle il a assisté:<sup>34</sup> »On ne peut dire qu'il ait des talents extraordinaires. Il a parlé de physique, sur les propriétés générales des corps, très mathématiquement. On fait énormément de mathématique à cette école [l'École Polytechnique], et la chimie n'y joue qu'un rôle secondaire, quoiqu'on la fasse bien«. »Si je pouvais«, confie-t-il à Manthey,<sup>35</sup> »me souhaiter quelque chose qui ne soit pas une complète transformation, je voudrais prendre Berthollet pour modèle, parce qu'il a, *en tant que théoricien*,<sup>36</sup> enrichi sa patrie par des découvertes importantes pour les fabriques et les manufactures«. Le voilà défini par lui-même avec beaucoup de clairvoyance.

Que faut-il penser, enfin, de ce sentiment religieux qui marque si fortement et si profondément l'attitude d'Ørsted devant la nature? Il est clair que sur ce point également, il se sépare très tôt du romantisme de la *Naturphilosophie* pour adopter un point de vue strictement rationaliste, qui le rapproche (à son insu peut-être) de Newton. Dans l'édifice d'une science rationnelle de la nature, Dieu joue le rôle épistémologique de garant de la nécessité des lois naturelles: car la raison humaine qui formule ces lois est une émanation de la raison divine qui les a établies. Tant que l'idéal de la science était d'arriver à un énoncé des lois des phénomènes qui fût indépendant de la manière dont ceux-ci étaient observés, il fallait bien avoir recours à un système de référence transcendant l'ensemble des observateurs: pour Ørsted comme pour Newton, ce ne pouvait être que le Dieu créateur, celui même dont l'existence était d'ailleurs tout aussi nécessaire pour donner un fondement incontestable aux règles de la morale et de la société.

Laplace, qui jugeait inutile l'»hypothèse« du Dieu créateur, mais qui voulait conserver l'idéal newtonien, sentait lui aussi la nécessité de se référer à une »intelligence« à qui il attribuait somme toute la même fonction épistémologique qu'au Dieu de Newton, tout en lui enlevant l'attribut d'omniprésence spatio-temporelle.

<sup>34</sup> *Breve I*, s. 126.

<sup>35</sup> *Breve I*, s. 161.

<sup>36</sup> Souligné dans le texte.

Mais il ne voyait pas l'inconséquence de cette laïcisation : pour remplir sa fonction l'intelligence en question devait rester elle-même en dehors de la description de l'univers dont elle était censée faire partie. Nous avons à présent franchi une étape de plus dans l'élimination des hypothèses inutiles : nous reconnaissons que nous ne disposons d'aucun autre système de référence que l'ensemble même des observateurs, et que le langage de la science n'a d'autre garantie de vérité que l'accord de ceux-ci. L'hypothèse du créateur divin que faisait Ørsted ne nous apparaît pas seulement inutile comme à Laplace ; c'est une erreur épistémologique.

---