

G.S. OHM (1789-1854) et les lois du circuit galvanique

par Bernard POURPRIX et Robert LOCQUENEUX
Groupe d'Histoire des Sciences, Université de Lille I

Georg-Simon OHM est né en 1789 à Erlangen, en Bavière. Son père lui apprend son métier de serrurier et quelques éléments d'algèbre, de géométrie et de physique. OHM entreprend ensuite des études avec l'intention d'entrer dans l'enseignement. De 1804 à 1817, sans situation stable, il vit dans un état voisin de la misère. Enfin, en 1817, il est nommé professeur de mathématiques au grand collège des jésuites de Cologne. C'est là que, pendant ses loisirs, OHM se livre à l'étude des phénomènes galvaniques. Il met à profit son expérience de serrurier pour fabriquer les instruments nécessaires au développement de ses idées. De 1825 à 1827, il publie ses premières et principales recherches sur *le circuit galvanique*. Ce travail qui, plus tard, le rendra célèbre, est d'abord très mal accueilli. OHM en est tellement choqué qu'il démissionne du poste qu'il occupe à Cologne, et se trouve ainsi privé des moyens nécessaires à la poursuite de ses recherches. En 1833, il accepte un poste de professeur à l'Ecole Polytechnique de Nüremberg, que lui propose le gouvernement bavarois. Mais c'est grâce à la Royal Society de Londres qui, en 1841, lui décerne la Médaille de Copley, que ses travaux commencent d'être appréciés à leur juste valeur. Après avoir dirigé l'Ecole Polytechnique, il quitte Nüremberg pour Munich en 1849 ; d'abord conservateur des collections de physique, il est chargé, à partir de 1852, de la chaire de physique expérimentale à l'Université.

Le but de notre article n'est pas de dresser l'inventaire des travaux d'OHM, mais de tenter de dégager l'originalité de sa pensée et de sa pratique et, par-là même, de comprendre pourquoi ses recherches sont négligées, sinon condamnées, par ses contemporains (1).

1. LES CONCEPTIONS DES GALVANISTES AVANT OHM.

Dès l'invention de la pile de VOLTA, en 1800, le galvanisme donne lieu à une controverse animée entre les tenants de deux

(1) Les nombreux écrits de G. S. OHM ont été réunis par E. LOMMEL, in *Gesammelte Abhandlungen von G. S. Ohm*, 855 pages, Leipzig (1892).

hypothèses rivales sur la production de l'électricité voltaïque (ou du courant galvanique). L'Angleterre adopte l'hypothèse chimique de DAVY, alors que l'Allemagne est favorable à l'hypothèse de contact, déjà proposée par VOLTA lui-même (la France, plus partagée, semble pencher vers l'hypothèse chimique). A cette controverse se superpose celle, toujours vive, sur la nature de l'électricité : est-ce un fluide ? Ce fluide est-il unique, ou, comme on le pense plus généralement, l'électricité est-elle formée de deux fluides de signes contraires ?

Les tenants de l'hypothèse chimique pensent que les actions chimiques et électriques sont produites par une même cause. Cette opinion se trouve confortée par la théorie chimique de la matière de BERZÉLIUS (1812), selon laquelle toute combinaison chimique résulte de l'union d'un constituant électro-positif et d'un constituant électro-négatif. L'hypothèse chimique imprègne aussi la tradition mécanico-moléculaire française : par exemple la « molécule » de POISSON « renferme » des substances impondérables (fluides électriques et magnétiques, calorique) qui peuvent « se détacher » ou « s'attacher » aux particules de matière pondérable par le jeu de forces répulsives et attractives (1831). Il est opportun de souligner ici l'étendue du pouvoir explicatif du modèle chimique de décomposition-recomposition, qu'on applique non seulement à la production de l'électricité, mais aussi (ultérieurement) à sa propagation dans les conducteurs métalliques : ainsi DE LA RIVE, l'un des plus vigoureux défenseurs de l'hypothèse chimique, expliquera, en 1826, comment la propagation peut s'effectuer de proche en proche, en admettant que « le courant électrique qui est établi dans un conducteur, n'est autre chose qu'une succession de décompositions et de recompositions rapides de l'électricité propre à chacune de ses molécules », lesquelles recompositions et décompositions sont provoquées par influence et décharge de molécule à molécule.

Les partisans de l'hypothèse du contact soutiennent, au contraire, que l'activité chimique dans la pile n'est qu'un effet du passage de l'électricité. Ils admettent que des métaux différents ont des attractions inégales pour les deux fluides électriques. Lorsque deux métaux sont en contact (soit direct, soit indirect par l'intermédiaire d'un liquide conducteur) leurs attractions inégales provoquent une séparation des deux électricités : le fluide positif se porte sur l'un des métaux, et le fluide négatif sur l'autre.

Mais, au-delà de leur controverse sur l'origine de l'électricité voltaïque, les deux camps partagent un même cadre conceptuel, constitué au cours de l'étude de l'électricité de friction, c'est-à-dire statique. Ils tentent d'expliquer le galvanisme au moyen des concepts de l'Electrostatique, et notamment la quantité et

l'intensité. La force électromotrice, conçue comme la force qui sépare les électricités positive et négative, en est un exemple : la différence $2.Q$ entre les quantités d'électricité $+Q$ et $-Q$ sur les bornes de la pile ouverte rend compte du degré de séparation, lequel est identifié à l'*intensité statique* et mesuré au moyen de l'électroscope usuel à feuilles d'or. Si, maintenant, les bornes de la pile sont reliées par un conducteur métallique, l'intensité statique disparaît ; ce phénomène est encore mal distingué de la décharge d'un appareil électrostatique comme la bouteille de LEYDE.

En 1819, ØRSTED constate que la circulation d'un courant électrique provoque la déviation d'une aiguille aimantée. Il apparaît alors que ce phénomène peut servir à la réalisation d'appareils de mesure des courants galvaniques. Dès 1820, SCHWEIGGER met au point le premier galvanomètre, appelé alors *multiplicateur* : le courant passe dans plusieurs spires d'une bobine plate, donc son effet magnétique sur une aiguille aimantée est multiplié.

AMPÈRE, en 1820, propose de distinguer les effets dus à l'intensité statique de ceux dus à l'électricité en mouvement. Une expérience paraît illustrer parfaitement l'indépendance de ces effets. Une pile voltaïque en circuit fermé engendre un courant qui produit une action magnétique M sur une aiguille aimantée. Plusieurs piles identiques à la première, mises en série dans le même circuit, produisent encore approximativement la même action magnétique M , alors que la force électromotrice est notablement plus grande. Ainsi la force électromotrice (ou intensité statique) de la pile voltaïque et l'intensité du courant qu'elle engendre apparaissent comme deux paramètres indépendants. L'un des mérites d'OHM est d'avoir su dissiper cette illusion.

2. OHM ET LE CIRCUIT GALVANIQUE : LES EXPERIENCES DE 1825 ET 1826.

Le but de la première série d'expériences effectuées par OHM est de déterminer la loi selon laquelle les métaux conduisent le courant électrique, et, d'abord, l'influence de la longueur du conducteur. Il utilise des fils tests découpés dans le même matériau, de même diamètre, mais de longueurs différentes. Les fils tests sont placés successivement (un à la fois) entre les bornes d'une pile voltaïque. Leurs effets magnétiques sur l'aiguille aimantée d'une balance de torsion de COULOMB sont comparés à la « force normale » obtenue lorsque les deux bornes de la pile sont reliées par un « conducteur idéal » (fil court, de grand diamètre). Dans cette manière de concevoir la conduction des métaux, la caractéristique d'un conducteur particulier est sa « perte de force » (*Kraftverlust*) par rapport à la « force normale » du « conducteur idéal ». Au lieu de choisir comme gran-

leur dépendant de la longueur x du fil test, la force magnétique exercée par le courant, comme nous le ferions aujourd'hui, OHM choisit la « perte de force » relative v , et trouve la loi empirique $v = m \log[1 + (x/x_0)]$, où m et x_0 sont des constantes caractéristiques du circuit.

Dans une deuxième série d'expériences, OHM compare la conductivité des différents métaux. Il ajuste les longueurs des fils tests de telle sorte que chacun soit équivalent aux autres du point de vue de son action sur l'aiguille aimantée.

Dans une troisième série d'expériences (1826), OHM remplace la pile voltaïque par un couple thermoélectrique (2), n'utilise plus le « conducteur idéal » de référence et abandonne les notions de « force normale » et de « perte de force ». Il mesure simplement la force électromagnétique X du courant en fonction de la longueur x du fil test et il obtient la loi $X = a/(b + x)$. Pour déterminer la nature des constantes a et b , il porte les jonctions du thermocouple à différentes températures ; il montre que la grandeur a dépend seulement de la force électromotrice de la source, et que la grandeur b , « longueur de résistance », caractérise la conduction dans la partie du circuit autre que le fil test. Telle est, brossée à grands traits, la base empirique de la loi familière $I = E/R$.

On peut maintenant se demander si le remplacement de la pile voltaïque par la source thermoélectrique joue le rôle majeur dans le processus qui conduit OHM à abandonner sa première loi logarithmique. Il est certain que, par rapport à la pile, lieu de phénomènes encore mal compris vers 1825 (changement de concentration, polarisation), qui provoquent l'instabilité du courant, la source thermoélectrique présente le double avantage d'avoir une faible résistance interne et de maintenir une force électromotrice

(2) En 1821, SEEBECK découvre une nouvelle source de courants continus, les thermocouples. De nombreux physiciens pensent alors qu'il existe deux sortes de courants électriques : le courant hydroélectrique, produit par les piles, et le courant thermoélectrique, produit par les thermocouples. Ces physiciens sont confortés dans leur opinion par le fait que les galvanomètres habituellement utilisés pour déterminer l'intensité d'un courant hydroélectrique, ne peuvent l'être pour déterminer l'intensité d'un courant thermoélectrique, qu'ils atténuent fortement. Pour mesurer l'intensité des courants thermoélectriques, on recourt aux boussoles des sinus ou à des galvanomètres modifiés : le multiplicateur doit être composé d'un fil très gros et n'avoir qu'un petit nombre de tours. En outre, les courants thermoélectriques se distinguent des courants voltaïques ordinaires par un caractère remarquable : ils ne sont transmis que très difficilement par les liquides, alors qu'il en va tout autrement pour les courants voltaïques ordinaires, qu'on nomme hydroélectriques.

constante, donc de permettre des expériences reproductibles. Pourtant l'innovation est à chercher ailleurs que dans l'instrumentation. La loi logarithmique, qui a trait à la seule électricité dynamique, sans référence à la force électromotrice, respecte apparemment l'opinion commune selon laquelle le courant passant dans le circuit extérieur n'a pas grand-chose à voir avec l'intensité statique de la source. En revanche, la seconde loi d'OHM, qui relie en une seule formule ces deux phénomènes, a dû apparaître comme une confusion inadmissible aux yeux des contemporains. C'est l'une des raisons qui peut expliquer leur opposition unanime au changement conceptuel opéré par OHM, quelles que soient par ailleurs leurs divergences sur l'origine et la nature du galvanisme.

Mais il y a plus : dans son ébauche d'une « théorie des phénomènes électroscopiques produits par les forces galvaniques » (1826), OHM procède à une révision conceptuelle encore plus fondamentale concernant la notion d'intensité statique, lorsqu'il affirme que chaque partie, aussi petite soit-elle, d'un conducteur galvanique peut être caractérisée par sa « force électroscopique ». Cette grandeur, plus tard identifiée au potentiel électrostatique de POISSON, peut être mesurée grâce à la déviation de l'électroscope, due à un plan d'épreuve mis préalablement en contact avec la partie du conducteur concernée. C'est dans cette publication qu'on trouve l'énoncé des deux lois fondamentales du circuit galvanique :

$$[1] \quad X = k a (s/l)$$

$$[2] \quad u(x) - c = \pm a (x/l)$$

où X désigne l'intensité (de l'effet électromagnétique) du courant ; $u(x)$, la « force électroscopique » (tension) à l'abscisse x ; k , le « pouvoir de conduction » (conductibilité) ; s , la section et l , la longueur du fil cylindrique ; a , la différence des « forces électroscopiques » entre ses extrémités et c , une « force électroscopique » indépendante de x . La loi [1] n'est pas tout à fait nouvelle : elle s'accorde, notamment, avec les observations de H. DAVY (1821) et de A. C. BECQUEREL (1825), qui ont reconnu l'importance du quotient de la section par la longueur du conducteur. La loi [2], en revanche, est beaucoup plus originale, et même surprenante, dans la mesure où la notion de « force électroscopique » en un point est purement hypothétique.

Ainsi, après d'autres tentatives similaires, comme celles de BECQUEREL et de BARLOW en 1825, OHM réussit à déterminer ce qui reste constant (le courant) et ce qui décroît graduellement (la force électroscopique, ou tension) le long du fil conducteur. On peut distinguer, dans sa méthodologie, deux composantes, étroite-

tement imbriquées : d'une part la mise en œuvre d'une procédure expérimentale pertinente (OHM sépare d'abord, pour mieux relier ensuite, les manifestations électromagnétiques et électroscopiques du circuit galvanique), d'autre part l'insertion des concepts dans une expression mathématique des lois fondamentales du circuit galvanique. A cette *méthode expérimentale* OHM va bientôt substituer une *méthode hypothético-déductive* : conscient des objections que peuvent soulever ses premiers travaux, et notamment le concept de « force électroscopique » en un point, il publie, l'année suivante, sa *Théorie mathématique du circuit galvanique* (1827), qui constitue la forme la plus élaborée de ses conceptions.

3. OHM ET LA « THEORIE MATHEMATIQUE DU CIRCUIT GALVANIQUE » (1827).

On dit habituellement que OHM conçoit la propagation de l'électricité sur le modèle de la propagation de la chaleur, et qu'il organise sa théorie de manière semblable à la *Théorie analytique de la chaleur* de FOURIER, publiée en 1822 (3). Mais cette affirmation manque d'exactitude dans la mesure où elle néglige le contexte culturel dans lequel s'insèrent ses travaux. Notre intention, ici, n'est pas de résumer la théorie d'OHM, mais seulement d'en dégager la tonalité germanique.

3.1. L'influence de la tradition dynamiste.

OHM, partisan déclaré de l'*hypothèse du contact*, suppose (implicitement) que la mise en contact de deux substances hétérogènes libère une force primordiale, qui se répand ensuite dans le conducteur. Il identifie en un même concept la force électromotrice de la pile fermée et la force électroscopique de la pile ouverte. Par-delà sa définition opérationnelle au moyen de l'électroscope, la force est, nous semble-t-il, appréhendée par OHM comme un principe unique et unificateur qui, sans avoir nécessairement l'épaisseur ontologique du constituant essentiel de la matière, est au moins une hypothèse heuristique féconde, comme l'a prouvé la tradition dynamiste.

Dans les théories *dynamistes*, la matière est l'apparence sous laquelle se manifeste un jeu de forces primitives, répulsives et attractives, et c'est ce jeu de forces qui engendre la diversité des substances, pondérables et impondérables ; les représentants les plus connus des thèses dynamistes sont LEIBNIZ, BÖSCOVICH, KANT et les romantiques allemands de la Naturphilosophie, notamment

(3) Sur la *Théorie analytique de la chaleur* de FOURIER, voir par exemple : G. BACHELARD, *Etude sur l'évolution d'un problème de physique - la propagation thermique dans les solides*, Vrin (1928), réédition (1973).

SCHELLING et RITTER. A l'inverse, les théories *mécanistes*, ou *atomistes*, supposent que la matière est composée de parties élémentaires primordiales, ou corps durs impénétrables ; ainsi, par exemple, la tradition mécanico-moléculaire française (LAPLACE, POISON) considère le substrat matériel (matière pondérable et fluides impondérables) comme le concept premier, et la force comme une émanation de la matière (4).

Comme ceux d'ØRSTED ou de SEEBECK, les travaux d'OHM témoignent que la notion de fluide électrique est étrangère au cadre conceptuel du dynamisme. Sans faire d'hypothèse sur la nature matérielle de l'électricité, OHM se propose d'établir la loi qui régit le transfert de force (électroscopique) entre deux parties élémentaires d'un conducteur : « je suis parti de la supposition qu'une « molécule » (*Körperelement*) électrisée ne peut communiquer d'électricité (*au sens de force électroscopique*) qu'aux molécules contiguës, de telle sorte qu'il n'y a jamais de passage immédiat entre des molécules situées à une plus grande distance ; j'ai admis que la grandeur du flux transmis entre deux molécules contiguës est proportionnelle, toutes choses égales par ailleurs, à la différence des forces électroscopiques que possèdent les deux molécules, de la même manière que dans la théorie de la chaleur on considère le flux de chaleur entre deux molécules comme proportionnel à la différence de leurs températures. On voit que je me suis écarté de la marche que LAPLACE a adoptée, et qui a généralement été suivie jusqu'à présent pour l'étude des actions moléculaires, et j'espère que la voie que j'ai ouverte se recommandera par sa généralité, sa simplicité, sa clarté, et par la lumière qu'elle pourra jeter sur le véritable caractère des méthodes précédemment employées ».

A partir du concept de force, OHM construit celui de *quantité d'électricité*, « somme des manifestations électroscopiques rapportée à la grandeur des éléments » (qui n'est autre que le produit de la force électroscopique par le volume de l'espace dans lequel elle est répandue, dans le cas où la force est uniformément répartie dans cet espace). Il définit ensuite la conductibilité k du corps pour l'électricité, par le produit $k = q \cdot d$: q est la quantité d'électricité transmise, par unité de temps, d'un élément à un autre, quand la différence ($u' - u$) des forces électroscopiques entre les deux éléments est égale à l'unité de force ; d est la distance entre les deux éléments. Il obtient alors pour expression de la quantité d'électricité dQ qui passe d'un élément à l'autre dans un laps de temps dt : $dQ/dt = k(u' - u)/d$.

Ainsi les lois « empiriques » [1] et [2] sont-elles maintenant intégrées à une théorie hypothético-déductive originale des phéno-

(4) Sur les conceptions atomistes et dynamistes, voir par exemple : R. LOCQUENEUX, *Histoire de la Physique*, Que sais-je ? P.U.F. (1987).

mènes de courant et des phénomènes de tension dans le circuit galvanique. Or, à cette époque, en Allemagne, une méthodologie de type hypothético-déductif n'est pas encore couramment admise.

3.2. Le reflet d'un nouveau style de science.

Durant les trois premières décennies du 19^e siècle, la majorité des philosophes et des scientifiques allemands adhèrent à un système connu sous l'appellation de Naturphilosophie, version romantique d'une Philosophie de la Nature (5). Poussant à l'excès les idées de KANT sur le rôle de la Raison pure, HEGEL (1770-1831) soutient que seul l'Esprit peut fournir la connaissance du Plan Divin, indépendamment des méthodes par essai et erreur employées au laboratoire. De son côté SCHELLING (1775-1854), figure centrale de la Naturphilosophie, prône une physique spéculative qui doit servir de cadre à la recherche expérimentale, sans toutefois se substituer à elle. Le noyau de cette métaphysique est constitué par une conception dynamique de la nature. Suivant SCHELLING, les théories mécaniques ne peuvent plus rendre compte de la grande variété des nouveaux phénomènes, électriques, magnétiques et chimiques ; en revanche, une conception de la matière en termes de deux forces primitives, répulsive et attractive, permet une représentation unitaire des phénomènes. La Naturphilosophie a fortement influencé les recherches sur l'électromagnétisme (ERSTED) et sur la conservation de l'énergie (MAYER). Par leur approche empiriste, intuitive, immédiate, les physiciens romantiques prétendent capter l'essence des phénomènes et fournir une vraie représentation de la réalité physique (6).

(5) Michel AMBACHER, *Les Philosophies de la Nature*, Que sais-je ? P.U.F., (1974).

(6) RITTER (1776-1810) et ERSTED (1777-1851) sont les deux physiciens romantiques les plus typiques. Ils trouvent leur source d'inspiration dans l'œuvre de SCHELLING, qui abolit la séparation de la matière et de l'esprit, de la nature et de Dieu, du cosmos et de la conscience. Ils perçoivent des analogies profondes entre tous les phénomènes et en donnent une interprétation dynamiste. Ainsi, dans le modèle de RITTER (1798), l'élément simple, appelé « individualité remplissant l'espace », est conçu dynamiquement, c'est-à-dire comme le résultat de forces fondamentales ; l'interaction entre deux « individualités » peut se manifester, soit comme une action chimique (processus dynamique total), soit comme une action électrique (processus dynamique partiel), soit encore, par l'intermédiaire d'une troisième « individualité », comme une action galvanique, et même physiologique, attendu que, pour RITTER, la corrélation observée entre les phénomènes galvaniques et physiologiques n'est pas fortuite. Pour ERSTED, les phénomènes électriques ou magnétiques s'étendent dans l'espace comme la chaleur ou la lumière, et ces phénomènes ont une source unique, un « conflit

OHM est l'un des premiers représentants d'un nouveau style de science, qui deviendra dominant en Allemagne dans les années 1830 et 1840. La nouvelle attitude se caractérise par l'association étroite, voire l'identification, entre l'explication physique et la description mathématique, grâce à une méthode hypothético-déductive spécifique. La validité des hypothèses et des théories ne dépend que de la confirmation expérimentale des conséquences qu'on en tire, la notion de *vérité* n'a pas d'autre sens que celui de l'accord avec l'expérience : ainsi, par exemple, la « force électroscopique » d'OHM, indépendamment de sa connotation *dynamiste*, a d'abord une signification opérationnelle. La spécificité de cette méthodologie apparaît par contraste avec celle, elle aussi hypothético-déductive, de certains physiciens français de cette époque qui, d'une part pensent encore atteindre la certitude, d'autre part assignent une moins grande responsabilité à l'expérience dans le choix des hypothèses (le modèle à suivre étant la mathématique, qui défend ses prémisses directement, et non sur la base des conclusions qu'on en tire).

Ainsi OHM se trouve-t-il à la charnière de deux époques différentes, et l'on comprend que les travaux d'un obscur enseignant de collège n'aient pas été accueillis favorablement — ou, du moins, n'aient guère reçu d'écho — dans un milieu universitaire encore fortement imprégné par la Naturphilosophie. Il convient toutefois de souligner que la jeune génération de physiciens travaillant sur l'électricité (FECHNER, LENZ, WEBER, GAUSS) s'appuie sur les travaux d'OHM bien avant leur reconnaissance universelle.

4. EPILOGUE : LOI D'OHM OU LOI DE POUILLET ?

Bien qu'elle soit accompagnée d'expériences publiées dès 1825, la théorie d'OHM est souvent présentée, à l'étranger, comme une conception mathématique basée sur une pure hypothèse. On peut citer, par exemple, ces propos de POUILLET : « M. OHM n'a donné de la justesse de sa pensée qu'une démonstration mathématique, fondée sur des considérations d'électricité statique qui, aujour-

électrique », qu'il imagine comme une succession d'interruptions et de rétablissements d'équilibre électrique ; en mettant en évidence, en 1819, l'action d'un courant électrique sur un aimant, il réalise son désir d'unifier l'électricité et le magnétisme (sur CÆRSTED et la naissance de l'électromagnétisme, voir : S. BALIBAR, *La Recherche*, n° 133, mai 1982). L'influence souterraine, sinon toujours visible, de la Naturphilosophie sur les physiciens allemands s'exerce bien au-delà des années 1820. OHM lui-même n'en est pas totalement affranchi : l'analogie qu'il perçoit entre la propagation de l'électricité et celle de la chaleur, distincte d'un simple isomorphisme, sous-tendue par une représentation dynamiste de la matière témoigne, nous semble-t-il, de l'influence culturelle sous-jacente de la Naturphilosophie.

d'hui encore, auraient elles-mêmes besoin de démonstration. M. OHM, en un mot, a donné cette loi, non pas comme conséquence de principes avoués et reconnus, mais comme conséquence d'une pure hypothèse» (C.R. Académie des Sciences, 20, p. 209, 1845). Dans les travaux qu'il publie en 1831 et 1837, POUILLET étudie les propriétés des courants thermo-électriques, et celles des courants hydroélectriques. Il se sert de galvanomètres, de boussoles des tangentes et des sinus, et d'électromètres de FARADAY. Il démontre «l'identité des lois auxquelles ces courants sont soumis», et présume qu'ils sont de même nature, les différences attribuées aux deux sortes de courants étant dues au seul fait que les thermocouples produisent des courants de très faible intensité (7).

A la vérité, les expériences d'OHM sont moins nombreuses, et réalisées pour la plupart avec des piles thermoélectriques. On comprend, dans ces conditions, que POUILLET ait pu engager une querelle de priorité après avoir découvert, indépendamment, la loi d'OHM. Ce sont d'ailleurs les prétentions de POUILLET à la priorité qui attirent l'attention des scientifiques sur les travaux d'OHM, bien négligés jusqu'alors ! Mais l'attitude de POUILLET nous paraît surtout révéler l'incompréhension des savants étrangers à l'égard d'une méthodologie allemande jugée trop imprégnée de pensée spéculative.

La traduction en français de la *Théorie mathématique du circuit galvanique*, en 1860, contribue grandement à un changement complet d'attitude. L'intention de l'auteur, J.M. GAUGAIN, est de montrer que « la priorité appartient à OHM, même pour la découverte expérimentale des lois de l'état permanent ». La traduction a pour effet d'accentuer les traits empiriques de la théorie. Elle donnera matière à une interprétation positiviste de l'œuvre d'OHM, qui subsistera jusqu'à nos jours.

(7) Les articles les plus importants de POUILLET sont publiés en 1837. La même année, POUILLET expose ses lois dans la 3^e édition de ses « *Eléments de Physique expérimentale et de Météorologie* », ouvrage conforme aux programmes officiels de l'enseignement supérieur. Les lois de POUILLET sont présentées par LAMÉ dans son « *Cours de Physique* » de l'Ecole Polytechnique, publié en 1840. Elles entrent dans les ouvrages destinés à l'enseignement secondaire dès les années 1840.