

LE BONHOMME D'AMPERE

Un proverbe dit chinois circule en Occident, donnant la définition des simples d'esprit : "Il y a des gens qui, lorsqu'on leur montre la lune du doigt, au lieu de regarder la lune, regardent le doigt". Les sémioticiens, linguistes, logiciens, et autres spécialistes de la communication concentrent leur attention sur le doigt tendu, pour le resituer entre celui qui montre, celui à qui on montre, et ce qui est montré.

La "découverte" dont il sera question ici est du type "doigt".

En lisant les "Mémoires relatifs à la physique" (1), j'ai été frappé par le caractère laborieux des descriptions, qu'il s'agisse des dispositifs expérimentaux ou des phénomènes décrits. On peut écarter ici l'explication par le manque de compétence des auteurs (ce sont des savants remarquables) et celle du lecteur (les expériences en question sont devenues célèbres, elles sont répétées dans toutes les classes de physique). Un écart de près de 160 ans nous a rendu le domaine familier, comme la lune est familière aux terriens. Reste la description.

Reprenons l'expérience mère, celle de J. Ch. Oersted (1820) : l'aiguille aimantée d'une boussole est en équilibre, horizontale dans le plan du méridien magnétique. On fait passer un fil conducteur au-dessus de cette aiguille et parallèlement à elle. Lorsque le courant est établi dans le fil, l'aiguille dévie. Etonnement. Découverte. Toute la physique de l'électromagnétisme dérive de cette constatation qui, selon Ernst Mach (2), est choquante. Elle choque la perception d'un scientifique car tout dans le dispositif expérimental est symétrique : l'aiguille aimantée, le fil électrique, le courant qui passe. Or l'aiguille va dévier du plan de symétrie et montrer qu'il y a antisymétrie. Les physiciens s'enthousiasment, répètent l'expérience, en inventent de nouvelles, proposent des théories. Pour l'histoire des sciences, il y a là une mine d'or : les découvertes se succèdent à un rythme tellement soutenu qu'il est difficile d'établir l'antériorité des unes ou des autres.

(1) Publiés par la Société Française de Physique, en 1885, chez Gauthier Villars, réunissant dans le tome II les principaux textes des découvertes du début du XIX^e siècle dans le domaine de l'électrodynamique.

(2) In "The Science of Mechanics", La Salle, Illinois, 1893.

Mais ce n'est pas l'électromagnétisme qui va nous intéresser ici. Il s'agit plutôt de la solution apportée à la description des phénomènes, et qui porte en France le nom savoureux de "Bonhomme d'Ampère". C'est de cette sous-découverte que nous parlerons, sachant que M.A. Ampère ne l'a probablement jamais revendiquée. Il se pourrait fort bien d'ailleurs qu'il n'ait fait que reprendre un procédé de description existant (1). Nous n'avons pas pu vérifier dans les textes du XVIII^e siècle où le problème de l'énantiomorphisme a été abordé. Toujours est-il qu'à l'époque d'Ampère les autres physiciens n'utilisent pas ce procédé, et qu'on lui en attribue la paternité. L'usage du bonhomme rend simples des descriptions qui furent jusque là compliquées.

Voici des fragments de J. Ch. Oersted, réunissant les passages où il est question de la disposition spatiale des phénomènes observables : "Supposons qu'on tende une portion rectiligne de ce fil (conjonctif) au-dessus d'une aiguille aimantée suspendue à la manière ordinaire et parallèlement à sa direction (...), l'aiguille quittera sa position, et le pôle qui se trouve sous la partie du fil conjonctif la plus voisine de l'extrémité négative de l'appareil galvanique déviara vers l'ouest (...)

En déplaçant le fil conjonctif vers l'est ou vers l'ouest tout en le laissant parallèle à la direction de l'aiguille, on ne change rien que la grandeur de l'action (...) Pour retenir plus facilement ces résultats, nous emploierons la formule suivante : le pôle qui voit entrer au-dessus de lui l'électricité négative dévie vers l'ouest, celui qui la voit entrer au-dessous, vers l'est. (...) si l'on déplace le fil conjonctif dans le plan horizontal de manière à lui faire faire un angle de plus en plus grand avec le méridien magnétique (...) Lorsque le fil conjonctif

(1) Dans les manuels de géométrie à l'usage des lycées, ce même procédé est utilisé aujourd'hui pour orienter le plan, le dièdre, le trièdre, etc. ; il fait partie des procédures "normales" de description, et la paternité d'Ampère n'est guère invoquée que par les physiciens. On peut cependant noter qu'Arago, contemporain et ami d'Ampère, ne s'en sert pas dans ses mémoires envoyés à l'Académie, et que pour décrire des hélices il fait appel à la nomenclature des botanistes (dextrorsum et sinistrorsum) sans faire une description articulée spatialement déterminée. L'orientation de l'espace et l'énantiomorphisme n'avaient pas encore de procédure descriptive standard.

est exactement dans le plan horizontal dans lequel peut se mouvoir l'aiguille convenablement équilibrée et qu'il est parallèle à sa direction, il ne la fait dévier ni vers l'est ni vers l'ouest, mais tend seulement à la déplacer dans le plan de l'inclinaison (...)"

J. ch. Oersted, 1820 in Hafniae, original latin.

Fait frappant de cette description, les phénomènes qui ont lieu devant l'observateur sont rapportés à un référentiel (1) indépendant de l'observateur : il y a deux plans remarquables choisis en fonction du globe terrestre : horizontale du lieu, méridien magnétique du lieu (ce dernier est aussi le "plan de l'inclinaison"). Un troisième plan orthogonal aux deux autres détermine la direction est-ouest. Les positions du fil et de l'aiguille sont définies en fonction de ces trois plans et de leurs intersections. Dans ce système parfaitement symétrique, la déviation asymétrique de l'aiguille exige l'introduction d'un point distingué, nécessaire pour rendre possible la discrimination entre deux mouvements potentiels de l'aiguille. Il est significatif qu'Oersted ne puisse pas dire simplement "le pôle boréal de l'aiguille va vers l'est". Ce genre d'énoncé lui aurait permis de tenir un discours entièrement situé dans le référentiel terrestre. Mais le phénomène n'est pas descriptible ainsi, car le courant électrique introduit une orientation (sens de parcours) qui ne dépend pas du référentiel terrestre, d'où l'obligation de poser "le pôle négatif de la pile" comme point de référence, introduit comme point distingué dans le référentiel.

Le 16 novembre 1820, Sur Humphrey Davy communiquait à la Société Royale de Londres sa propre étude des phénomènes signalés par Oersted (2) : "En répétant les expériences de M. Oersted avec un appareil voltaïque de 100 paires de plaques de 4 pouces, j'ai trouvé que le pôle sud d'une aiguille aimantée

(1) Dans l'usage des mathématiciens et des physiciens, ce terme désigne un système de repères géométriques. Il relève donc d'un métalangage particulier et doit ne pas être confondu avec l'usage du terme référence en linguistique et sémiotique.

(2) Extraits de la lettre de H. Davy au Dr Wollaston, datée du 12/11/1820, lue le 16/11/1820 à la Société Royale de Londres, reproduite in Mémoires relatifs à la Physique, Paris, Gauthier Villars, 1885.

(suspendue à la manière ordinaire), placé sous le fil conjonctif en platine (l'extrémité positive de l'appareil étant à droite), était fortement attiré par le fil et restait en contact avec lui, l'action étant assez forte pour changer la direction de l'aiguille et vaincre l'effet du magnétisme terrestre. (...) La pile fut placée dans diverses directions par rapport aux pôles de la terre : l'effet fut toujours le même. Toutes les aiguilles placées transversalement sous le fil conjonctif, l'extrémité positive étant à droite, avaient leur pôle nord du côté de l'observateur ; et celles qui étaient au-dessus, leur pôle sud du même côté ; en tournant le fil bout pour bout, je trouvais que le même côté du fil a toujours le même magnétisme, de sorte que, pour toutes les aiguilles placées transversalement il y a toujours opposition de pôles de chaque côté du fil ; celles qui sont en dessus ont une aimantation de sens contraire à celles qui sont au-dessous et celles qui sont verticales d'un côté du fil une aimantation contraire à celles qui sont verticales de l'autre côté (...). On peut expliquer les phénomènes en supposant une espèce de révolution du magnétisme autour de l'axe du fil, dépendant par sa direction de la position relative des extrémités positive et négative de l'appareil galvanique (...)"

Le globe terrestre est toujours présent comme référentiel (certains passages non cités parlent même du mouvement apparent du soleil, introduisant un référentiel astronomique, à propos du magnétisme terrestre) mais nous voyons apparaître un nouveau repère : l'observateur, lequel est doté de son référentiel propre, mentionné par deux termes particuliers : "à droite", ce qui permet d'inférer la gauche sur la direction de la latéralité ; "vers l'observateur", ce qui permet d'inférer "loin de" sur la direction de la perspective. L'interprétation de ces termes exige deux présuppositions : 1) que l'observateur est debout sur le sol (direction verticale), sinon sa droite n'est pas stabilisable ; 2) qu'il regarde l'expérience, et non ailleurs, ce qui stabilise simultanément la droite et la proximité.

L'introduction de ce deuxième référentiel, caractérisable par son anthropomorphisme et sa mobilité permet d'éliminer la référence aux points cardinaux dans certains passages de la description. L'expérience, et ses effets, peuvent être décrits en fonction de l'observateur et du matériel. Cependant, ceci ne veut pas dire qu'il y a indépendance totale par rapport au référentiel terrestre, puisque l'aiguille aimantée n'est en équilibre que dans le plan du méridien magnétique lorsqu'il n'y a pas de champ électromagnétique expérimentalement créé.

Avec la méthode de description adoptée par Ampère, le référentiel de l'observateur debout devant sa table d'expérience passe au second plan. Les éléments pertinents du matériel d'expérience sont privilégiés pour fournir les axes de référence. Comme cela ne suffit pas, un référentiel virtuel est introduit, rendu très mobile par un double débrayage actoriel et spatial. La première mise en œuvre (à notre connaissance) de ce procédé dans un texte se trouve dans le mémoire résumant les interventions de M. A. Ampère à l'Académie les 18 et 25 septembre, les 9, 16, et 30 octobre, et le 6 novembre 1820, et publié dans les Annales de Chimie et de Physique, tome XV : "(...) l'aiguille aimantée s'écarte de cette situation dès que le courant s'établit, d'autant plus que l'énergie en est plus grande, et elle en fait connaître la direction d'après ce fait général, que si l'on se place par la pensée dans la direction du courant, de manière qu'il soit dirigé des pieds à la tête de l'observateur et que celui-ci ait la face tournée vers l'aiguille, c'est constamment à sa gauche que l'action du courant écartera de sa position ordinaire celle de ses extrémités qui se dirige vers le nord et que je nommerai toujours pôle austral (...) pour distinguer cet instrument de l'électromètre ordinaire, on doit lui donner le nom de galvanomètre" (1).

Les passages cités des trois auteurs considérés proviennent d'un "genre" particulier de discours, celui des "Mémoires" scientifiques faisant connaître une découverte ou la résolution d'un problème. Ces textes adoptent la forme de lettres adressées à la communauté scientifique représentée soit par une personne physique (le secrétaire de la Société Royale) soit par une personne morale (l'Académie). On y retrouve de fortes marques énonciatives : le sujet s'y affirme comme "Je" exerçant un double faire pragmatique (expérience) et cognitif (analyse, évaluation). En outre, ces mémoires développent des stratégies persuasives sur deux niveaux parallèles :

- une stratégie énonciative : établir qu'il y a un phénomène digne d'intérêt (Oersted signale ce que personne n'avait observé jusqu'alors), que ce phénomène ne résulte pas d'une erreur et qu'il ne procède pas du mensonge. La dimension fiduciaire se construit en particulier sur la présence de témoins dignes de foi, et sur la reproductibilité des expériences décrites. Enfin, plusieurs procédures de production de l'effet d'objectivité sont mises en œuvre, avec en particulier les débrayages actoriels et spatiaux qui nous préoccupent plus particulièrement ici ;

(1) in Mémoires relatifs à la Physique, op. cit., pp. 7-53.

- une stratégie énoncive : les éléments pertinents de l'expérience sont identifiés et leur interaction repérée. Dans notre cas, il s'agit de l'électricité et du magnétisme. La grande question est de savoir lequel agit sur l'autre et comment. Ils sont transformés en actants, et donc anthropomorphisés. L'analyse des rôles actantiels attribués ne peut qu'être esquissée dans les limites de ce bref résumé. Il convient cependant d'insister ici sur l'autonomie relative de ces actants "physiques", autonomie assurée par des procédures de débrayage et de délégation relativement complexes : l'expérimentateur installe les actants énoncifs par l'observation de leur faire ; en modifiant le dispositif expérimental, il modifie la compétence modale des actants énoncifs ; enfin, il détermine quel actant est compétent dans quelles circonstances et selon quelles modalités, obtenant par là des lois physiques.

Chez Oersted, on voit l'appareil voltaïque agir lorsqu'un fil jonctif est placé entre ses bornes. Le fil devient sujet délégué. Il est ensuite remplacé par le "conflit électrique" (nous dirions aujourd'hui courant). Ces différents éléments sont tous supposés agir sur l'aiguille aimantée, bien que cette dernière soit l'élément qui bouge. L'acteur aiguille est posé comme sujet d'état doté de qualités ; mais il est passif. Ce n'est que dans un énoncé simplificateur à finalité mnémotique que son pôle devient sujet cognitif (il voit entrer l'électricité) et sujet somatique (il dévie, pendant que l'électricité négative n'est qu'un sujet somatique (elle entre).

L'exploration de cette interaction est essentiellement qualitative (aucune mesure n'est possible, puisque aucune unité n'a été définie), reposant sur des déplacements et des changements d'orientation. En somme, toutes les variations révélatrices de l'interaction relèvent du domaine de l'espace. Les différentes catégories permettant d'articuler l'espace vont donc jouer un rôle capital dans la description des phénomènes et le développement des stratégies persuasives. J. Ch. Oersted utilise le seul référentiel terrestre pour organiser les parties énoncives (actants de l'expérience) et énonciatives (expérimentateur et matériel d'expérience). Il gagne par là une mise en relation immédiate des deux systèmes qui ne sont pas spatialement débrayés. Le débrayage est essentiellement actoriel. Mais ce n'est pas le seul bénéfice qu'il tire de cette stratégie : en fait, le référentiel terrestre fonctionne comme garant d'objectivité. L'expérience ne dépend ni d'un matériel particulier, ni d'un manipulateur individuel. Il est possible de

la répéter n'importe où sur la terre. Simultanément, les limites de validité sont tracées : l'expérience ne peut être répétée que sur la planète terre, la seule dont on connaisse alors l'action sur l'aiguille aimantée. L'obtention de l'effet de sens "objectivité" peut aussi être retracée ailleurs dans le mémoire : le texte efface rapidement le narrateur, construit des propositions passives avant d'installer des propositions réfléchies, adoptant en cela une démarche parallèle à celle repérée par A.J. Greimas chez Dumézil (1).

Sir H. Davy se présente comme un expérimentateur vérificateur qui veut approfondir sa connaissance du phénomène repéré par Oersted. Les dispositifs expérimentaux qu'il installe perfectionnent l'exploration spatiale des effets. Il y ajoute des variations sur les matériaux et du fil jonctif et des objets influencés par le passage du courant. Dans la description des données spatiales, le référentiel terrestre est complété par celui de l'expérimentateur. Le résultat est double :

- les interactions énoncives sont rattachées aux opérations énonciatives ; l'expérimentateur domine l'expérience. Il en résulte une "perte d'objectivité", compensée par

- le gain de rapidité dans la description : le matériel et les mouvements sont rapportés au corps de l'expérimentateur, dont l'image est omniprésente pour le sujet cognitif. Cela évite de chercher les points cardinaux.

Il est vrai que ce gain n'est acquis que pour un sujet cognitif humain "bien latéralisé" (compétence selon le savoir de celui qui ne confond pas sa gauche et sa droite). Sur le plan discursif, si l'effet de sens "objectivité" est moins marqué que chez Oersted, il reste cependant suffisamment asserté par d'autres procédures énoncives (effet de réel résultant des descriptions détaillées) et énonciatives (Davy a été aidé par un certain nombre de personnes citées).

Avec Ampère, le référentiel terrestre passe au second plan (l'aiguille aimantée ne sera plus qu'un cas particulier), le référentiel de l'expérimentateur-observateur est maintenu pour la description des opérations relevant des stratégies énonciatives, et au niveau de l'interaction énoncive on voit l'introduction d'un nouveau référentiel mobile isomorphe à celui de l'énonciation. Ce deuxième référentiel est attaché à un actant observateur énoncif débrayé par rapport à

(1) "Des accidents dans les sciences dites humaines", in A.J. Greimas, E. Landowski, éd., Introduction à l'analyse du discours en sciences sociales, Paris, Hachette, 1979.

l'actant observateur énonciatif, l'isomorphisme des deux référentiels étant la caractéristique structurelle permettant le passage rapide de l'un à l'autre (embrayage, débrayage). Au niveau énoncif, Ampère décide que le courant électrique est un sujet agissant, le pôle magnétique étant un objet subissant l'action du courant. L'observateur placé par la pensée dans la direction du courant et regardant le pôle sur lequel agit le dit courant peut être analysé comme un acteur délégué par l'actant "courant" : c'est un sujet cognitif séparé du sujet somatique. Cette procédure est comparable à la simplification mnémonique d'Oersted, à ceci près qu'il y a séparation des rôles cognitif et somatique chez Ampère alors qu'ils sont en syncrétisme chez Oersted. Cette séparation est en partie facilitée par l'inversion des points de vue énoncifs : chez Oersted, l'aiguille regarde le courant ; chez Ampère, le courant regarde l'aiguille. Comme le courant passe dans un conducteur fixe pendant que l'aiguille dévie, il est plus simple d'y rattacher l'actant observateur. Lorsque l'aiguille est celle d'une boussole, le référentiel terrestre s'ajoute aux référentiels énoncif et énonciatif. Ampère manipule donc trois systèmes de repères mis en relation. Ils sont isomorphes : ce sont des trièdres trirectangles orientés. On peut émettre l'hypothèse qu'ils sont construits à partir du schéma corporel d'un actant observateur.

En dernière analyse, la découverte d'Ampère dont il s'agit ici revient à la construction par débrayage d'un actant observateur énoncif mobile placé dans deux référentiels plus familiers. Ceci lui permettra d'élaborer sa théorie de l'électromagnétisme et de changer d'échelle avec facilité, ces opérations restant hors de la portée des chercheurs contemporains.

Avant de clore ce bref résumé de notre travail sur les "Mémoires relatifs à la physique", il importe de faire remarquer que l'ordre Oersted-Davy-Ampère présenté ici n'est pas un ordre linéaire historique. Si Oersted est indubitablement le premier des trois, il serait faux de croire qu'Ampère a profité des travaux de Davy et qu'il a développé son système en réfléchissant sur les travaux de ses prédécesseurs. L'ordre adopté ici n'est en rien historique. Il est purement logique : il nous convient pour ordonner et présenter les matériaux. Il nous sert à présenter notre thèse : l'efficacité du discours scientifique dépend de la mise en place de trois niveaux mis en relation. Pour les mathématiciens, cette mise en relation se ramène à celle de trois systèmes de repères (= trois référentiels). Pour le sémioticien, cela s'inscrit dans un cadre plus large, celui d'opérations de débrayage

susceptibles de porter sur l'espace (les référentiels cités), les acteurs (éléments de l'expérience, expérimentateur, ...), et le temps. Il se trouve que dans le corpus choisi seules les deux premières catégories sont sollicitées : les phénomènes électriques sont quasi-instantanés, donc inscrits dans la simultanéité. Le mémoire, non utilisé ici, de Biot et Savart fait intervenir le temps par la polarisation de la pile et la modification de l'intensité du courant, de même qu'on y mesure des périodes d'oscillation. Mais c'est déjà une autre histoire.

Manar Hammad