

ELECTRODYNAMICS FROM AMPERE TO EINSTEIN

NOTE DE LECTURE

Electrodynamics from Ampere to Einstein, OLIVIER DARRIGOL, Oxford University Press – Un vol 16 x 23 cms de 530 pages avec figures et index.

L'électromagnétisme, tel qu'il est à présent familier, procède de nombreux travaux, antérieurs à Maxwell bien sûr, mais aussi postérieurs, ayant donné lieu à de vifs débats, notamment en France, Angleterre, Allemagne. Darrigol en propose une histoire très documentée, plus équitable que celle, assez anglo-centrée, de Whittaker.

Electricité et Magnétisme ont de lointains antécédents phénoménologiques ; même, une connexion entre eux était suggérée par des effets de la foudre. Mais bien sûr, l'acte de naissance de *l'électromagnétisme* est l'expérience d'Oersted, origine de tout le labeur conceptuel d'Ampère, de celui expérimental de Faraday, et de ceux de leurs nombreux émules.

Je pense qu'un bref résumé des travaux de Volta et de Galvani n'aurait pas été déplacé en guise d'introduction, mais passons. Darrigol a énormément lu. Dans l'histoire qu'il expose les technicités sont agrémentées de remarques sur les penchants et les caractères des protagonistes, et sur les tensions parfois vives entre leurs approches. Ampère, concepteur inspiré, expérimentateur ingénieux mais approximatif ; Faraday, manipulateur génial mais penseur qualitatif, s'opposent ; mais de leur interaction est née ce qu'Ampère baptise *l'électrodynamique*. Ampère propose *l'interaction entre éléments de courant* ; Faraday met en évidence les effets de rotation témoins de la force transversale de Biot-Savart. Et *l'induction* de Faraday est un phénomène *magnéto-électrique* ayant fait sensation.

L'Allemagne entre en scène, avec sa double rigueur expérimentale et conceptuelle Neumann, Weber et Gauss, puis Ohm, Kirchhoff, Helmholtz, contribuent largement au formalisme aujourd'hui familier, le *potentiel V* fait son

apparition, en France et en Allemagne. Dans le programme dit “des mesures absolues” surgit la question des u.e.s. et des u.e.m. dont le rapport a dimension de vitesse. La célèbre mesure de Weber et Kohlrauch égale cette vitesse à celle de la lumière. La constance c figure dans l’élégant formalisme d’action à distance de Weber, où elle implique une équivalence masse-énergie.

En Angleterre, Faraday lance l’idée de ce qui sera notre *champ électromagnétique* (celles du *champ électrique* et du *champ magnétique* existent depuis Coulomb et Poisson, par analogie avec la gravitation). Maxwell en écrira les fameuses équations aux dérivées partielles dont Hertz modernisera l’expression ; l’onde lumineuse y est assimilée à un exemple d’onde électromagnétique. Maxwell propose le “reduced momentum” d’une charge, incluant notre *potentiel vecteur* Thomson. Lodge, Larmor, Fitzgerald sont des noms à citer.

Et puis la phénoménologie s’agrandit de maintes façons. Notamment l’électron est observé en vol, sa masse étant trouvée variable avec la vitesse. Lorentz écrit en style “-look” les équations de Maxwell, qui montre t-il ne sont pas Galilée-invariantes mais *Lorentz-invariantes*. Poincaré explicite le *groupe* sous-jacent. La loi de composition des vitesses n’est plus additive, mais isomorphe aux formules de Fresnel-Fizeau concernant la vitesse de la lumière (dans le vide ou dans un milieu).

Darrigol ne rappelle pas que l’isomorphisme de cette loi avec celle de composition des tangentes trigonométriques hyperboliques permet d’induire directement l’expression du groupe de Lorentz à partir de la formule de Fresnel. Hadamard le montre à sa façon dans son Cours d’Analyse de Polytechnique.

Et puis, succédant à de longs débats concernant un “éther luminifère” s’ouvre le nouvel horizon de la *théorie de la relativité*. La brillante synthèse formelle d’Einstein, excluant le concept de l’éther, couronne les approches de Larmor, Lorentz, Poincaré ; pourtant aujourd’hui encore d’aucuns disputent ce couronnement.

L’historique extrêmement documenté de Darrigol est suivi de plusieurs appendices développant des points techniques.

Je n’ai pas tout mentionné, loin s’en faut. Au total, *l’excellent ouvrage didactique* de Darrigol est un *texte de référence* dont la consultation s’impose à quiconque s’intéresse aux origines, au développement, et au contenu de *l’électromagnétisme*.

O. Costa de Beauregard

Fondation Louis de Broglie

23 rue Marsoulan, 75012 Paris