

## L'électrodynamique d'Ampère

Un des exemples ou paradigmes principaux de l'historiographie inductiviste, comme l'écrit Lakatos (Histoire et méthodologie des sciences, PUF, p.188)

Ampère est un théoricien qui se veut fidèle à la méthode newtonienne d'induction expérimentale. Duhem fait de longues citations de cette profession de foi inductive (p297).

*« L'époque que les travaux de Newton ont marquée dans l'histoire des sciences n'est pas seulement celle de la plus importante des découvertes que l'homme ait faite sur les causes des grands phénomènes de la nature; c'est aussi l'époque où l'esprit humain s'est ouvert une nouvelle route dans les sciences qui ont pour objet l'étude de ces phénomènes... Newton fut loin de penser que la loi de pesanteur universelle pût être inventée en partant de considérations abstraites plus ou moins plausibles. Il établit plutôt qu'elle devait être déduite des faits observés, ou plutôt de ces lois empiriques qui, comme celles de Kepler ne sont que des résultats généralisés d'un grand nombre de faits... Observer d'abord les faits, en varier les circonstances autant que possible, accompagner ce premier travail de mesures précises pour en déduire des lois générales, uniquement fondées sur l'expérience, et déduire de ces lois, indépendamment de toute hypothèse sur la nature des forces qui produisent les phénomènes, la valeur mathématique de ces forces, c'est-à-dire la formule qui les représente, telle est la marche qu'a suivie Newton. Elle a été, en général, adoptée en France, par les savants auxquels la physique doit les immenses progrès qu'elle a faits dans ces derniers temps, et c'est elle qui m'a servi de guide dans toutes mes recherches sur les phénomènes électrodynamiques. J'ai consulté uniquement l'expérience pour établir les lois de ces phénomènes et j'en ai déduit la formule qui peut seule représenter les forces auxquelles ils sont dus; je n'ai fait aucune recherche sur la cause même qu'on peut assigner à ces forces, bien convaincu que toute recherche de ce genre doit être précédée de la connaissance purement expérimentale des lois, et de la détermination, uniquement déduite de ces lois, de la valeur de la force élémentaire ». (Intro. de la Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques uniquement déduits de l'expérience).*

## Critique de la méthode d'Ampère

Qu'en est-il de sa découverte?

Ampère a une formation de mathématicien plus que solide: c'est comme tel qu'il est entré à l'Académie des Sciences. Il n'est pas sûr que ce soit son centre d'intérêt premier. Il s'est fort intéressé à la chimie, à la théorie des gaz et surtout à la philosophie; contre le sensualisme dominant de Condillac, il a forgé un système philosophique propre, inspiré librement de la double influence de Kant et de Maine de Biran. Disons qu'il y est notamment question de deux niveaux de réalité des choses: les *phenomena*, donnés par la perception et les *noumena*, expression d'une réalité plus profonde, plus objective et partant, moins accessible aux sens. L'objet de la connaissance est aussi dans l'examen des relations des *phenomena* entre eux et des *noumena* entre eux.

Tel est-il qui, le 4 septembre 1820 assiste à la reproduction, par Arago de l'expérience d'Orsted sur la déviation d'une aiguille aimantée par un circuit électrique. Ceci va tout à l'encontre des thèses de Coulomb sur l'absolue hétérogénéité du magnétisme et de l'électricité.

Or, le 18 septembre, il lit une première communication à l'A.S. sur la relation des deux phénomènes; communication qu'il poursuit les 25 septembre et 9 octobre.

En cinq semaines, l'électrodynamique est née avec comme traits fondamentaux:

la notion d'identité du magnétisme et de l'électricité, l'explication du champ magnétique terrestre, la conception de courants particuliers (mini courants à l'échelle de la structure de la matière) existant dans l'aimant. A quoi on doit ajouter la notion de courant électrique.

Voici ce qu'en dit l'illustre Maxwell:

*Le tout, théorie et expérience, semble avoir jailli en pleine vigueur et complètement armé du cerveau du Newton de l'électricité. la forme est parfaite, la rigueur inattaquable, le tout se résume en une formule d'où peuvent se déduire tous les phénomènes et qui devra rester la loi fondamentale de l'électrodynamique.*

Le niveau phénoménal du nouveau champ de savoir est très rapidement décrit dans les neuf points (très qualitatifs) qu'il énonce immédiatement. Un programme de recherches est aussi immédiatement ouvert à Ampère: celui de la description *nouménale* de ces réalités.

Il lui faudra quelques brèves années pour ce faire: ce sera le modèle électromagnétique de formulation mathématique et sa théorie de la nature de l'électricité.

Il propose une première hypothèse *ad hoc*: les tiges magnétiques comportent des courants électriques. Cette hypothèse est immédiatement invalidée par des objections consistantes de son ami Augustin Fresnel, qui suggère une autre voie: pourquoi ne pas imaginer des courants électriques au niveau moléculaire? Ampère adopte immédiatement cette hypothèse et développe son modèle électrodynamique à partir d'elle (et ce dès 1821).

Dans les trois années qui le séparent de son chef d'œuvre, certes il expérimente; mais quelles expériences! Ce ne sont pas des données d'observations, c'est bel et bien de la théorie matérialisée, et, à elles seules, elles ne peuvent offrir la formulation mathématique qu'Ampère sut donner de sa théorie:

Lire ici Duhem, pp.298-301. (modèle de la critique anti inductiviste).

On peut d'ailleurs lire dans un cours contemporain d'électricité une confirmation du jugement duhémien:

*"Ceci conduisit Ampère à émettre l'hypothèse qu'une substance magnétique contient des courants électriques permanents...Ampère donna une formulation mathématique élégante et complète de l'interaction des courants stationnaires et de l'équivalence de la matière aimantée avec un système de courants permanents (vers 1830). Sa brillante hypothèse concernant la nature réelle du magnétisme du fer allait attendre un siècle environ pour trouver une confirmation"<sup>1</sup>.*

Faraday, en 1831 indique d'ailleurs:

*"Qu'on adoptât la belle théorie d'Ampère, ou n'importe quelle autre..."<sup>2</sup> C'est ce que considère Duhem lorsqu'il écrit que "Des expériences aussi peu précises laissent au physicien le soin de choisir entre une infinité de traductions symboliques également possibles...seule l'intuition, qui devine la forme de la théorie à établir, dirige ce choix...divination" (p301 fin).*

Il est ainsi difficile de nier qu'Ampère fait bien des hypothèses, des choix libres et non nécessaires. Poincaré note :

*« Il s'imaginait donc qu'il n'avait fait aucune hypothèse ; il en avait fait pourtant [...] seulement il les avait faites sans s'en apercevoir. Ceux qui vinrent après lui, les aperçurent au contraire, parce que leur attention fut attirée par les points faibles de la solution d'Ampère. Ils firent des hypothèses nouvelles, dont ils eurent cette fois pleine conscience ; mais combien de fois il fallut en changer avant d'arriver au système classique d'aujourd'hui qui n'est peut-être pas encore définitif » (La science et l'hypothèse, p. 229 sq.)*

Ainsi, pour rendre compte de l'action d'un courant fermé sur une portion mobile de courant (p.230), il « admet que la force apparente à laquelle la partie mobile semble soumise est la même que si la portion mobile était parcourue par un courant ouvert. »

*C'est une hypothèse naturelle mais qui ne s'impose pas* (Helmholz la rejette plus tard). Cette hypothèse n'est pas marginale: elle permet la généralisation des lois des courants fermés aux courants ouverts. Pour énoncer les propositions concernant les courants ouverts et leur influence, Ampère ne dispose d'aucun dispositif expérimental (courants trop brefs:

---

<sup>1</sup>Cours de Physique de Berkeley, vol.2, p173

<sup>2</sup>Faraday, *Experimental researches in Electricity*, Londres, 1839.

décharges de condensateurs ou trop faibles: dits de convection). Poincaré indique encore les hypothèses *inaperçues*? faites par Ampère (cf. Poinc. p.233). La loi de l'action mutuelle des courants élémentaires en découle et elle est très différente de celle qui concerne les courants fermés.

La suite de l'histoire de l'électrodynamique sera en fait une lutte *Théorie contre théorie*, ou *hypothèse contre hypothèse*, Helmholtz contre Ampère, contre Bertrand, jusqu'à Maxwell, Lorentz et la perte de sens des controverses désormais devenues *Objets historiques* (cf. § de Poincaré p.243)

Les leçons de cette critique de la conception inductive expérimentale sont résumées par Duhem, pp303-4.

*Conclusion: il est difficile de comprendre la revendication méthodologique d'Ampère au regard de la pertinence de la critique logico-historique de ses procédés effectifs. Sans doute peut-on découvrir qu'Ampère entend essentiellement combattre un dogmatisme a priori en physique qui ne s'élabore pas selon les causes finales; la nature ultime des forces gravitationnelles, pas plus qu'électromagnétiques ne peut être connue (et ce, sans dommage pour la théorie). Le refus de la physique fondée sur la connaissance de l'essence des faits, de la matière et des relations intercorporelles en entraîne un autre qui n'est pas de toute nécessité: celui d'une physique sous hypothèses.*