

in *Lycée Henri Poincaré*, Nancy, 1997, p. 20-21.

Poincaré, la relativité, l'électron et la gravitation

Pourquoi Henri Poincaré a-t-il réussi à formuler une théorie relativiste (restreinte) de l'électrodynamique d'une part, et de la gravitation d'autre part, et n'a-t-il pas pu passer à la conception de la relativité générale ?

Ainsi posée, la question semble sous-entendre qu'il y aurait une nécessité, pour ainsi dire inscrite dans la nature, de "trouver" une théorie comme la relativité générale, c'est-à-dire de généraliser ce qui avait été obtenu avec le principe de relativité restreinte. Il est vrai que, parfois, les découvertes scientifiques "sont dans l'air", et sont faites presque en même temps par plusieurs chercheurs. Mais c'est loin d'être toujours le cas, et il y a dans la recherche scientifique une grande part de "création", avec apparition de quelque chose de nouveau qui ne préexistait nulle part, ni dans la perception des phénomènes, ni dans les idées théoriques, et qui se trouve désormais présent dans une nouvelle vision des choses offerte à tous : ce quelque chose a été véritablement "inventé" par une pensée particulière, qui l'a, pour ainsi dire mise au monde (au monde de la pensée). Car le nouveau est, par essence, imprévisible.

Une fois inventé et ayant fait ses preuves, cet "élément nouveau dans le monde des idées" devient une "connaissance", qui est disponible pour tout le monde, et utilisable universellement si elle est féconde. Mais les connaissances, avant d'être considérées comme objectives, sont produites par des pensées subjectives, singulières. En face d'un problème inédit, jamais posé auparavant, les chercheurs (ou les "savants") le conçoivent par leur pensée chacun à sa manière, et en cherchant la solution chacun à sa façon : ce ne sont pas des problèmes d'école qui sont déjà résolus, et si leur solution allait de soi elle serait déjà connue. La recherche scientifique s'intéresse à des problèmes qui appartiennent, pour ainsi dire, aux régions inconnues (sur la base de ce que les chercheurs ont appris, et avec des méthodes de pensées qui leur sont en partie communes).

Les approches que les chercheurs font de ces problèmes leur sont personnelles, même si leur but est d'obtenir un résultat indépendant d'eux, de leur propre forme de pensée, et s'ils visent à formuler et à résoudre les problèmes d'une manière "objective", fondée en raison, acceptable par tous, communicable. Dans ce chemin vers l'inconnu, chacun met l'accent sur quelque chose qui lui semble plus important, à partir de ce qui était donné initialement, et sans que cela cesse de relever de la rationalité.

Tout ceci fait que l'on ne peut pas traiter des découvertes scientifiques comme on juge des copies d'examen, qui portent sur des problèmes dont le résultat est connu d'avance par l'examineur. C'est, en particulier, le cas en ce qui concerne les grandes innovations scientifiques, qui contribuent à changer notre

univers intellectuel. Certes, on jugera, rétrospectivement, qu'une découverte a été importante, qu'un chercheur a été plus ou moins fécond. Mais, pour une découverte donnée, il est dénué de sens de dire quel aurait dû être, pour tel ou tel, le chemin qu'il aurait dû suivre : en matière de création, toute norme (ou recette) est insuffisante.

Poincaré et Einstein (deux savants considérables) ont eu, chacun, une approche différente des problèmes reliés à ce qu'on appelle aujourd'hui la relativité restreinte. Tous deux ont été conduits en même temps (en 1905) à une théorie relativiste (restreinte) de l'électrodynamique, qui comportait les mêmes formules pour les transformations de coordonnées (formules de Lorentz) et les mêmes équations pour le champ électromagnétique. Mais leur manière de comprendre la signification de ces résultats était assez différente. Pour Poincaré, la théorie portait sur la dynamique (c'est-à-dire sur les lois du champ) électromagnétique, et respectait le principe de relativité (restreinte). Pour Einstein, la théorie qu'il développait n'était pas exactement une électrodynamique relativiste : elle était d'abord une cinématique (théorie des relations spatio-temporelles) relativiste (adaptée au respect du principe de relativité), qui s'appliquait en particulier à l'électrodynamique. Son interprétation de la théorie et sa réflexion sur ses implications portait donc avant tout sur la propriété d'invariance dont le reste découle (notamment la dynamique), alors que Poincaré s'intéressait essentiellement à la dynamique (qui respectait cette même invariance).

Sans doute est-ce pour cette raison que Poincaré se préoccupa le premier de formuler une dynamique relativiste (dans le même sens restreint) de la gravitation, dans la suite immédiate de l'électrodynamique, alors qu'Einstein n'en eut l'idée que deux ans plus tard. Poincaré raisonna sur les propriétés d'autres relations dynamiques (et il s'agissait à l'époque essentiellement de la gravitation), qui devraient être modifiées, comme l'électrodynamique venait de l'être, pour tenir compte de la grande valeur de la vitesse de propagation de la force (la vitesse de la propagation de la gravitation devait à ses yeux être finie, comme celle du champ électromagnétique, et égale à celle-ci), ainsi que du respect, qu'il supposait acquis, du même principe de relativité. Il obtint ainsi une théorie relativiste (au sens restreint) de la gravitation, modifiée par rapport à la théorie newtonienne. D'un autre côté, dans ses réflexions sur la relativité de l'espace (géométrique), liée au principe de relativité physique, il envisageait les mouvements quelconques, et ne se restreignait au mouvement d'inertie (rectiligne et uniforme) que pour des raisons d'approximation. Mais il ne mit pas en relation ses réflexions sur les deux domaines (la gravitation et les mouvements quelconques).

Quand Einstein se préoccupa de la gravitation en relation au principe de relativité (en 1907), il la rapporta immédiatement à la généralisation du principe de relativité à tous les mouvements (accélérés quelconques), parce qu'il la voyait intrinsèquement liée au mouvement accéléré, et que l'approximation qui la ferait obéir au principe de relativité pour les mouvements d'inertie lui parut d'emblée insuffisante. Il lui vint l'idée de transcrire la loi de la chute des corps de Galilée (même accélération pour tous les corps en chute libre) en un "principe d'équivalence" entre un mouvement accéléré et un champ de gravitation. Il devait en ressortir que la structure de l'espace exprime la dynamique du champ de gravitation. La relativité générale est une théorie construite à partir de cette idée physique, qui n'avait a priori rien d'évident, qui était une "invention", et cette invention s'est

avérée correspondre à la voie la plus riche et la plus complète pour la théorie relativiste de la gravitation. Personne n'était "obligé" d'avoir cette idée, et il faut plutôt s'étonner que quelqu'un l'ait eue, et non pas que d'autres, aussi compétents fussent-ils, ne l'aient pas eue.

On ne peut pas refaire l'histoire après coup, et l'histoire de la connaissance humaine est faite de créations par l'esprit, que le cours ultérieur des événements choisit, et qui ne nous apparaissent "évidentes" qu'après, quand elles ont été admises et qu'elles ont contribué à modifier notre univers mental (ce qui, d'ailleurs, demande souvent du temps).

Michel PATY

Directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique
(Equipe REHSEIS, CNRS et Université Paris 7-Denis Diderot)

Voir

Michel PATY, *Einstein philosophe*, Presses Universitaires de France, Paris, 1993.

- Poincaré et le principe de relativité, in Greffe, J.-L., Heinzmann, G. et Lorenz, K. (éds.), *Henri Poincaré. Science et philosophie*, Akademie Verlag, Berlin/Albert Blanchard, Paris, 1996, p. 101-143.

- *Einstein ou la création scientifique du monde*, Coll. Figures du savoir, Belles Lettres, Paris, 1997.