

PHILOSOPHIA SCIENTIÆ

BERNARD D'ESPAGNAT

Poincaré et l'idée de réalité

Philosophia Scientiæ, tome 1, n° S1 (1996), p. 71-79

<http://www.numdam.org/item?id=PHSC_1996__1_S1_71_0>

© Éditions Kimé, 1996, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Philosophia Scientiæ* » (<http://poincare.univ-nancy2.fr/PhilosophiaScientiae/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

Poincaré et l'idée de réalité

Bernard d'Espagnat

Université Paris Sud

Le dernier chapitre de *La valeur de la science* a pour titre : « La science et la réalité ». Ce fait montre bien que Poincaré prenait au sérieux le concept de réalité et le problème du rapport de ce concept avec la science. Si l'on suit Poincaré on ne peut donc prétendre que la question du Réel ne se pose pas, ni, non plus, que c'est une affaire de pur métaphysicien et que le scientifique n'a rien à dire qui soit valable à ce sujet.

D'un autre côté, la science et particulièrement la physique a beaucoup évolué depuis Poincaré. Il est donc intéressant de tenter de mettre en parallèle les idées de Poincaré et ce que la physique contemporaine peut avoir à dire sur la question. C'est ce que je vais essayer de faire.

Je commencerai en notant qu'on parle parfois du « réalisme structurel » de Poincaré, qu'on peut discuter de la question de savoir si c'est ou non un réalisme (nous en discuterons tout à l'heure), mais que en tous les cas ce n'est pas un réalisme au sens habituel. Ce n'est pas un réalisme au sens, par exemple, de Galilée. Galilée semble avoir attribué la réalité aux objets, et aux valeurs (contingentes) des grandeurs dynamiques (position, vitesse des objets physiques) telles qu'on peut les mesurer : ces grandeurs ont des valeurs et si on les mesurait on les connaîtrait. Par une suite de telles mesures on édifie, petit à petit, un savoir cumulatif portant sur les attributs des objets eux-mêmes. C'est là une position philosophiquement assez voisine de celle d'Aristote, pour qui les « formes sensibles » sont réelles. Et il faut réaliser qu'encore à l'heure actuelle c'est une position défendue, non seulement par l'homme de la rue mais par beaucoup de scientifiques et aussi par des philosophes (les thomistes en particulier). Mais ce n'est pas la position de Poincaré. Pour lui on ne peut avoir une vraie connaissance des objets eux-mêmes. Dans *La science et l'hypothèse* il évoque, justement, les objets eux-mêmes mais c'est pour affirmer qu'il nous resteront éternellement cachés. Ce que l'on peut atteindre, selon lui, ce sont seulement des relations. C'est ce qu'illustre par exemple le passage suivant de *La science et l'hypothèse* :

« Que tel phénomène périodique (une oscillation électrique par exemple) soit réellement dû à la vibration de tel atome qui, se comportant comme un pendule, se déplace en tel ou tel sens, voilà qui n'est ni certain ni intéressant. Mais qu'il y ait, entre

l'oscillation électrique et le mouvement du pendule, une parenté intime qui correspond à une réalité profonde, voilà ce que nous pouvons affirmer. » [Poincaré 1902].

Ce petit passage ne choquera pas beaucoup les philosophes. Il n'empêche qu'il va assez loin et qu'à la réflexion il peut déconcerter pas mal de scientifiques. Car, après tout, le biologiste moléculaire affirme que la duplication des cellules est due à des actions de forces électriques ayant réellement lieu entre systèmes moléculaires etc.

Comme on vient de le voir, Poincaré se démarque de ce réalisme. Je pense qu'on peut dire que, à cet égard, il a été en avance sur la plupart des scientifiques, la plupart des scientifiques n'ayant, sur cette question du réalisme, lâché du lest que plus tard, en partie sous la pression des faits et théories scientifiques du premier quart du XX^{ème} siècle. Avec son conventionnalisme, Poincaré, là, les devance. Mais ce que je voudrais surtout montrer c'est qu'il y a, en fait, une subtilité dans la pensée de Poincaré et que cette subtilité préfigure une évolution dont, en me fondant sur la physique actuelle, je crois qu'on entrevoit les traits.

Mais d'abord, demandons nous si Poincaré a raison dans son refus du réalisme au sens usuel. Je pense que beaucoup de mes collègues scientifiques, quand ils lisent les passages de Poincaré auxquels je faisais ci-dessus référence, se disent que Poincaré vivait à une époque où l'on en savait moins long que maintenant et où, certes, son scepticisme se défendait. Mais qu'aujourd'hui les succès de l'explication réaliste sont tels — à tous les échelons — qu'il n'est plus raisonnable de penser que « les objets eux-mêmes nous resteront éternellement cachés ». Alors je voudrais — en premier lieu — m'interroger sur ce point là : tâcher de savoir si Poincaré ne pêche pas par défaut de réalisme. Et cela au moyen d'une comparaison de ses vues avec les données de la physique.

Si on se place dans le cadre conceptuel de la physique classique on peut facilement avoir l'impression que c'est le cas. Incontestablement, en effet, celle-ci prétend nous parler des objets eux mêmes. Certes il y a de temps en temps des ruptures dans la théorie, il y a des concepts, comme le phlogistique, que l'on croyait bons et qui s'avèrent ne pas l'être. Mais de là à dire, avec Poincaré, que la commodité d'un concept épuise, en quelque sorte, son sens et sa portée il y a une sérieuse distance. On peut défendre l'idée que ces

ruptures ne sont que des accrocs, en moyenne sans grande importance ; que dans l'ensemble on progresse, et que si au total, nos théories marchent si bien c'est parce que ceux qui les font ont fini par « tomber » sur les bons concepts : ceux qui correspondent à ce qui existe vraiment dans la « réalité extérieure ». C'est l'attitude philosophique qu'avait Einstein quand il écrivait

« Il y a quelque chose comme 'l'état réel' d'un système physique, qui existe objectivement, indépendamment de toute observation ou mesure, et qui peut en principe se décrire par les moyens d'observation de la physique. » [Einstein 1953].

Et, tant que la théorie fait une distinction nette entre les propriétés des objets et la connaissance que nous en avons ou pouvons avoir, cette attitude réaliste est défendable.

Mais justement, c'est ce que la mécanique quantique, apparue bien après l'époque de Poincaré, paraît à première vue ne pas faire. Et c'est l'effacement de cette distinction qui déconcerte nombre de physiciens. En mécanique quantique conventionnelle, l'état du système est décrit par une fonction d'onde qui évolue avec le temps, comme le fait le système lui-même. Elle est même, dans la théorie, le seul algorithme qui évolue avec le temps : et on a par conséquent l'impression que c'est la fonction d'onde qui est la vraie réalité physique du système. Mais alors on tombe sur la difficulté bien connue que la fonction d'onde peut changer de deux manières différentes : soit de manière continue, quand le système évolue par lui-même, soit de façon totalement discontinue, par « réduction du paquet d'onde » quand le système est observé, comme le fait une probabilité ; de sorte que la fonction d'onde paraît là représenter notre connaissance du système. On voit par conséquent disparaître toute distinction nette entre les propriétés du système lui-même et la connaissance qu'on en a.

C'est là, bien entendu, une évolution que ni Poincaré ni les autres physiciens de son époque ne pouvaient prévoir. Je ne sais comment Poincaré y aurait réagi mais je pense qu'il en aurait été moins affecté que des physiciens réalistes, puisque dès le départ il aurait refusé de considérer la fonction d'onde — ou quoi que ce soit d'autre — comme décrivant la réalité physique du système telle

qu'elle est vraiment. C'est en ce sens que je considère que Poincaré a été en avance sur son époque.

Mais quand on a dit cela on n'a pas tout dit. On aurait tout dit si Poincaré avait consenti à ne voir dans la science que pures recettes de prédiction, car, vue comme un système de recettes de prédiction d'observations, la mécanique quantique fonctionne sans problèmes. Mais ce n'est pas le cas. Poincaré a écrit qu'il ne réduit pas les théories physiques au rang de simples recettes pratiques car leurs équations expriment des rapports et « si les équations restent vraies, c'est que ces rapports conservent leur réalité. » [Poincaré 1902] D'où deux questions : 1°) qu'entend-il au juste par le mot « réalité » dans ce contexte et 2°) Cette affirmation que les rapports exprimés par les équations sont réels s'harmonise-t-elle avec les données de la mécanique quantique ?

D'abord : qu'est-ce que Poincaré entend par le mot 'réel' ?

J'estime qu'ici il faut distinguer entre une certaine conception implicite qu'il se fait, ou semble se faire, du réel et la (ou les) définition(s) explicite(s) qu'il en donne.

Ces définitions sont, finalement, assez « opérationnalistes ». Ainsi par exemple, là (dans *La science et l'hypothèse*) où il parle des extensions du principe de la conservation de l'énergie, il dit qu'elles seront toujours possibles et donc que ce principe sera toujours vérifié. Alors, est-il une tautologie, demande-t-il ? Il répond :

« Non, le principe exprime des rapports réels. »

Mais, se demande-t-il, s'il a un sens il peut être faux. Où sont ses limites? Quand saurons-nous qu'elles sont atteintes ? Et il répond :

« Quand il cessera de nous être utile, c'est-à-dire de nous aider à prévoir des phénomènes nouveaux : nous serons sûrs en pareil cas que le rapport affirmé n'est plus réel car sans cela il serait fécond » [Poincaré 1902].

On le voit : c'est une définition centrée sur l'homme.

Même son de cloche dans le dernier chapitre de *La valeur de la science* [Poincaré 1905], dont voici quelques citations :

1 — Poincaré parle des rapports entre les choses et il écrit ceci : « Que signifie la question 'ces rapports ont-ils une valeur objective ?' » Il répond : « Elle veut dire : ces rapports sont-ils les mêmes pour tous ? »

2 — Plus loin : « Les objets extérieurs sont réels en ce que les sensations qu'ils nous font éprouver nous apparaissent comme unies entre elles par je ne sais quel ciment indestructible et non par un hasard d'un jour. »

— Ici, noter l'expression « en ce que » : elle montre que dans l'esprit de Poincaré il ne s'agit pas d'un simple critère, qui nous permettrait de reconnaître une réalité en quelque sorte préexistante, mais bien plutôt d'une définition.

3 — Plus loin : « En résumé, la seule réalité objective ce sont les rapports des choses [...]. Sans doute ces rapports [...] ne sauraient être conçus en dehors d'un esprit qui les conçoit. Mais ils sont néanmoins objectifs parce qu'ils sont communs à tous les êtres pensants. »

— Noter le « parce que ».

Ces citations semblent montrer que, finalement, « réalité », pour Poincaré, signifie seulement « réalité empirique », « réalité pour nous ». On pourrait les interpréter comme impliquant que, finalement, la notion d'une réalité indépendante de toute pensée — première, donc, par rapport à nous — n'a pas de sens.

Et cependant, je pense que la vérité est plus subtile. En effet, j'ai repéré, chez Poincaré, deux ou trois endroits où Poincaré émet une idée qui ne va pas vraiment dans ce sens là. Ainsi par exemple Poincaré écrit une phrase dont le début sonne très « conventionnaliste », et la fin beaucoup moins :

« On dira que la Science n'est qu'une classification et qu'une classification ne peut être « vraie » mais seulement « commode ». Mais il est *vrai* qu'elle est commode, il est *vrai* qu'elle l'est, non seulement pour moi mais pour tous les hommes ; il est *vrai* qu'elle restera commode pour nos descendants »

Jusqu'ici nous ne dépassons pas le cadre de la réalité « humaine » ou « empirique ». Mais Poincaré ajoute :

« Il est vrai enfin que cela ne peut pas être par hasard » [Poincaré 1905].

Qu'est-ce que ce dernier membre de phrase signifie ? Si ce n'est pas « par hasard, c'est « en vertu d'une cause ». Mais une cause qui, en vertu de la nature même du problème, ne peut pas être de l'ordre des phénomènes (puisqu'il s'agit de rendre compte de la régularité de l'ensemble des phénomènes). Donc cette cause ne peut, me semble-t-il être trouvée que dans un Réel premier par rapport aux phénomènes.

De même, je reprends en détail l'une des citations précédentes. Poincaré écrit :

« Les équations expriment des rapports et si les équations restent vraies c'est que ces rapports conservent leur réalité. Elles nous apprennent [...] qu'il y a un rapport entre quelque chose et quelque autre chose. Seulement ce quelque chose nous l'appelions [ceci], nous l'appelons maintenant [cela]. Mais ces appellations n'étaient que des images substituées aux objets réels que la nature nous cachera éternellement. Les rapports véritables entre ces objets réels sont la seule réalité que nous puissions atteindre, et la seule condition, c'est qu'il y ait les mêmes rapports entre ces objets qu'entre les images que nous sommes forcés de mettre à leur place. » [Poincaré 1902].

La chose, là, est indéniable : Poincaré nous parle des objets réels — cachés — en les *distinguant* des images que nous sommes forcés de mettre à leur place (c'est à dire en les *distinguant* des *sense-data*. Et il affirme que nous pouvons atteindre les rapports *véritables* entre ces objets réels.

Alors, eh bien, ceci aussi me fait penser à la physique contemporaine. Pour m'expliquer sur ce point je dois revenir en arrière. Nous remarquons tout à l'heure au passage un trait très positif de la physique classique, à savoir le fait qu'elle fait une distinction nette entre les propriétés des objets et la connaissance que nous en avons. Et nous disions que la mécanique quantique brouille cette distinction et que la plupart des physiciens ressentent cela comme une difficulté. Certains physiciens ont pensé qu'il y avait une solution à cette difficulté : à savoir le passage à la représentation de Heisenberg. Du point de vue de la prédiction de résultats d'observation cette représentation de la mécanique quantique est rigoureusement équivalente à la représentation « usuelle » (celle dite

de Schrödinger). Mais la différence — purement formelle — entre les deux est que dans celle de Heisenberg les opérateurs eux-mêmes dépendent du temps, alors que la fonction d'onde, normalement, n'en dépend pas : de fait, elle change quand et seulement quand une mesure est effectuée. On voit tout de suite la similarité qui existe entre la représentation de Heisenberg et la physique classique. Les opérateurs y correspondent aux grandeurs physiques, qui effectivement changent de façon continue avec le temps, et la fonction d'onde correspond à la connaissance que l'on a du système, c'est à dire, en physique classique à la probabilité que l'on a d'observer ceci ou cela si l'on n'a qu'une connaissance incomplète. Il est normal qu'elle change quand et seulement quand notre connaissance se modifie.

Entre la représentation de Heisenberg et la physique classique il y a quand même une importante différence d'ordre conceptuel. Dans la seconde la probabilité n'est qu'une probabilité d'ignorance car les symboles tels que x (position), E , (champ électrique) etc. qui figurent dans les formules représentent chacun non seulement une grandeur mais aussi la valeur qu'a cette grandeur. En représentation de Heisenberg il n'y a rien de tel. Le symbole représente un opérateur. On peut en faire ce que nous appelons une « décomposition spectrale ». Et dans celle-ci toutes les valeurs possibles figurent à la fois... alors que lors de la mesure on n'en trouvera évidemment qu'une seule. En conséquence toute visée d'interprétation radicalement réaliste (la physique nous décrit le réel tel qu'il est) se trouve bloquée, en représentation de Heisenberg, exactement de la même manière qu'elle l'est en représentation de Schrödinger : elle conduirait, ici comme là, à dire que la mesure (individuelle) bouleverse du tout au tout le Réel lui-même. En définitive ce n'est donc pas par un simple passage à la représentation de Heisenberg que l'on peut espérer sauver le réalisme usuel.

Est-ce à dire que le passage à la représentation de Heisenberg ne nous aide en rien? Non, ce serait aller trop loin. En mécanique quantique, représentation de Heisenberg incluse, les symboles mathématiques x , E etc. n'ont pas, notions nous, le rôle consistant à représenter à chaque instant une valeur précise, contingente, possédées par la grandeur physique correspondante sur tel et tel système physique particulier. Il y est donc impossible de décrire les réalités *contingentes* dans un langage à objectivité forte : de ce point

de vue cette représentation ne nous fait rien gagner. Mais les symboles en question y ont encore, tout comme en physique classique, le rôle consistant à représenter de façon abstraite cette grandeur physique elle même dans les équations et formules générales de la physique (Lagrangiens, équations de Maxwell etc.) En conséquence, on ne se heurte à aucune contradiction interne à la physique si on dit que les équations reflètent en quelque manière la structure véritable, indépendante de nos observations, de la réalité extérieure. C'est là une conjecture, mais une conjecture raisonnable.

Conclusion

Eh bien, de même que Ferdinand Alquié a eu la nostalgie de l'Être [Alquié 1973], Poincaré a eu la « nostalgie du Réel ». Et quant à moi je pense que cette nostalgie n'est pas tout à fait un mirage. Plus exactement, je pense que c'est irrémédiablement un mirage lorsqu'il s'agit de la réalité des objets contingents et de leurs attributs, parce que là la mécanique quantique nous dit « halte-là! ». C'est pourquoi je dis que la réalité n'est pas *dévoilable*. Mais je pense aussi, non seulement que la notion de réalité indépendante possède un sens mais même que cette réalité n'est pas un « pur x », en ce sens que les équations de la physique mathématique sont un reflet incertain mais authentique de ses structures. D'où bien sûr, vous m'avez compris, le concept de *réel voilé*. Les dernières citations de Poincaré que je vous ai lues montrent — à mon avis — que ce dernier avait une vision des choses pas très éloignée de celle-là.

Références

Alquié, F.

1973 *La nostalgie de l'être*. (Paris : Presses Universitaires de France).

Einstein, A.

1953 *Louis de Broglie, physicien et penseur*. (Paris : Albin Michel).

Poincaré, H.

1902 *La science et l'hypothèse*. (Paris : Flammarion), réédition en 1968.

1905 *La valeur de la science*. (Paris : Flammarion), réédition en 1970.