

Titre du symposium : Symétrie, structure et réalisme

Thématique générale

Deux concepts ont particulièrement soulevé l'intérêt des philosophes de la physique au cours des vingt dernières années : le concept de *symétrie* et celui de *structure*. Ces derniers sont au coeur des réflexions les plus novatrices en philosophie de la physique. Pour les physiciens, ces deux concepts sont essentiellement liés à travers leur usage dans les applications à la physique de la théorie des groupes. Les philosophes, quant à eux, ont abordé ces deux concepts séparément et, généralement, en poursuivant des visées philosophiques différentes dans chaque cas. L'objectif principal du présent symposium est de réunir ces deux domaines de questionnement philosophique et d'entamer une réflexion qui visera à obtenir une unification des perspectives qu'ils soulèvent.

Au cours du vingtième siècle, les considérations à propos des symétries furent l'un des outils les plus fructueux dans l'élaboration théorique en physique, que l'on ne pense qu'à l'importance qu'ont joué les arguments de symétrie dans le développement de la relativité générale et du modèle standard en physique des hautes énergies. C'est dans ce sillage que les philosophes ont récemment concentré leur attention sur le statut empirique de certaines symétries, l'évaluation épistémologique des arguments de symétrie, le rapport entre symétrie, principes de conservation et loi, etc. (Brading & Castellani 2003; Debs & Redhead 2007).

Si l'on se tourne vers la littérature philosophique concernant les structures, ce n'est plus la dimension épistémologique mais les considérations ontologiques qui dominent le débat. Cet objectif ne peut être bien compris que dans le cadre du débat à propos du réalisme structurel, une thèse ancienne en physique et en philosophie, mais qui fut remise sur le devant de la scène récemment (voir par exemple Worrall & Zahar 2001; Ladyman & Ross 2007). Le réalisme structurel peut prendre deux formes : l'une dite épistémologique, qui dit qu'on ne peut connaître scientifiquement que la structure de la réalité, l'autre ontologique, qui dit que seules existent les structures et ce sont ces structures que les théories physiques représentent. C'est sur cette deuxième forme, la plus controversée, que porte l'essentiel de la littérature contemporaine.

En simplifiant un peu la situation, on constate qu'aujourd'hui, nous faisons face à deux traditions de recherche qui se recoupent peu. La première porte sur l'usage des symétries en physique et consiste principalement en travaux indépendants de la question du réalisme. L'autre tradition a pour objet la défense, l'attaque et le développement du réalisme structurel. Compte tenu de l'actuel cloisonnement relatif entre les recherches philosophiques portant sur les symétries et celles sur les structures, en particulier dans la philosophie anglophone, on ne peut qu'être surpris du fait que plusieurs scientifiques du passé unissent de manière indissociable les deux questions (Poincaré [1905] 1970; Weyl 1952; Wigner [1967] 1979). Si Weyl en arrive à cette association sous l'influence de la phénoménologie husserlienne (Ryckman 2005), Poincaré arrive à des conclusions semblables par un cheminement pragmatique (Heinzmann 2002). Quelques philosophes tentent déjà de réactualiser certains aspects de l'approche, de Weyl et Wigner, fondée sur l'usage des groupes en physique quantique (French & Krause 2006). Dans quelle mesure cette approche peut encore s'appliquer telle quelle à la physique contemporaine est une question ouverte. Dans tous les cas, cette association des deux concepts, qui a été fructueuse par le passé, mérite qu'on s'y attarde à nouveau, même si les contextes scientifique et philosophique ont beaucoup changé.

Résumés des interventions

Symétrie et réalisme structurel

Les symétries (au sens d'une invariance par rapport à un groupe de transformations) et les structures sont deux notions intimement liées. D'un côté, les relations qui constituent la structure d'un ensemble d'éléments sont souvent identifiées sur la base du groupe de transformations qui les laisse invariantes (c'est-à-dire, le groupe de symétrie). De l'autre, les symétries sont parfois définies comme les transformations qui préservent une structure donnée. Elles sont ainsi classées sur la base du type de structure qu'elles préservent. Voir, par exemple, (Ismael & van Fraassen 2003, 378).

Il est donc naturel que les symétries, si liées aux structures, aient une importance considérable dans l'approche structurelle des théories physiques. Dans le cas des théories physiques 'fondamentales' (par exemple le Modèle Standard en théorie quantique de champ), le rôle primordial des symétries est d'autant plus marqué. Par exemple, dans le développement de la version 'ontologique' du réalisme structurel, par French et Ladyman, la possibilité de caractériser les particules élémentaires sur la base des représentations irréductibles du groupe de symétrie fondamental a joué un rôle central. Voir sur le même sujet, l'article pionnier de Wigner (1939). De manière plus générale, certains ont soutenu précédemment une approche fondée sur les groupes de la question des objets physiques, par exemple (Cassirer 1944 et 1945 [1979]) et (Born 1998). Pour une discussion générale, voir la section « Objects and Invariance » dans (Castellani 1998).

Dans cet exposé, nous examinerons de plus près la relation entre symétrie et structure du point de vue d'une approche structurelle des théories physiques. Nous examinerons tout spécialement dans quelle mesure le rôle des symétries physiques est nécessaire pour cette approche, en particulier en ce qui a trait à la version ontologique du réalisme structurel.

Réalisme structurel et ontologie de la physique quantique

Cette communication cherche à établir un lien entre le réalisme structurel ontologique et les interprétations majeures de la physique quantique discutées dans la littérature contemporaine, à savoir celles d'Everett, de Ghirardi, Rimini et Weber et de Bohm. J'argumenterai que le réalisme structurel ontologique constitue une sorte de cadre général et informatif pour l'interprétation de la physique quantique dans lequel entrent ces trois interprétations et ce, en dépit de leurs différences ontologiques considérables. Afin d'être en mesure de fonctionner comme un tel cadre général, le réalisme structurel doit se baser sur les symétries qu'implémente la mécanique quantique. Finalement, je montrerai comment on peut procéder à une évaluation argumentative de chacune de ces interprétations sur cette base.

Symétries parfaites et structures

Plusieurs philosophes ont soutenu que l'on pouvait utiliser les symétries pour identifier les surplus descriptifs dans les théories physiques (par exemple Nozick 1998). Les symétries pourraient ainsi nous permettre de cerner la part « objective » du discours physique. Récemment, Richard Healey (2009) a proposé le concept de symétrie parfaite, soit une symétrie empirique qui relie des situations qui partagent toutes leurs propriétés intrinsèques. On peut montrer qu'une symétrie empirique est parfaite si elle peut être expliquée, par un certain argument, à partir d'une symétrie théorique, soit une symétrie qui relie les modèles de la théorie. La proposition de Healey est intéressante en particulier du fait qu'elle propose une méthode systématique pour clarifier l'ontologie du discours physique.

Dans cet exposé, nous discuterons des deux points suivants :

- 1) Nous montrerons comment les symétries parfaites ne distinguent pas entre symétries internes et externes qui, elles, ont des interprétations ontologiques différentes (Redhead 1988) et, qu'en conséquence, elles affaiblissent la distinction entre propriété intrinsèque et extrinsèque.
- 2) Nous discuterons de l'impact de cet affaiblissement sur le structuralisme en physique et en particulier sur le réalisme structurel.

Références :

- Born, M. (1998) Physical reality. In Castellani, E. ed. (1998) *Interpreting Bodies. Classical and Quantum Objects in Modern Physics*, Princeton: Princeton University Press, pp. 155-167.
- Brading, Katherine & Elena Castellani eds. (2003) *Symmetries in Physics: philosophical reflections*, Cambridge: Cambridge University Press
- Castellani, E. ed. (1998) *Interpreting Bodies. Classical and Quantum Objects in Modern Physics*, Princeton: Princeton University Press
- Cassirer, E. (1944) The Concept of Group and the Theory of Perception, *Philosophy and Phenomenological Research* 5: 1-35
- Cassirer, E. ([1945] 1979) Reflections on the Concept of Group and the Theory of Perception. In *Symbol, Myth and Culture. Essays and Lectures of Ernst Cassirer 1935-1945*, New Haven and London: Yale University Press
- Debs, Talal A. & Michael L.G. Redhead (2007) *Objectivity, Invariance and Convention: symmetry in physical science*, Harvard University Press
- French, Steven & Décio Krause (2006) *Identity in Physics: a historical, philosophical, and formal analysis*, Oxford: Oxford University Press
- Healey, R. Perfect Symmetries. *British Journal for the Philosophy of Science* 60:697-720, 2009
- Heinzmann, Gerhard (2002/2003) La philosophie des sciences d'Henri Poincaré, *Mémoires de l'Académie de Stanislas* 17:171-183
- Ismael, J. and B. C. van Fraassen (2003) Symmetry as a guide to superfluous theoretical structure. In K. Brading and E. Castellani (eds.), *Symmetries in Physics*, pp. 371-392
- Ladyman, James & Don Ross (2007) *Every Thing Must Go: metaphysics naturalized*, Oxford: Oxford University Press
- Nozick, R. Invariance and Objectivity. *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* 72(2):21-48, 1998
- Poincaré, Henri [1905] (1970) *La valeur de la science*, Paris : Flammarion
- Redhead, M. A philosopher look at quantum field theory. In H.R. Brown & R. Harré (eds) *Philosophical Foundations of Quantum Field Theory*, Oxford University Press, 1988, pp. 9-23
- Ryckman, Thomas (2005) *The Reign of Relativity: philosophy of physics 1915-1925*, New York : Oxford University Press
- Weyl, Hermann (1952) *Symmetry*, Princeton university Press
- Wigner, E. (1939) On unitary representations of the inhomogeneous Lorentz group, *Annals of Mathematics* 40(1):149-204
- Wigner, Eugene P. [1967] (1979) *Symmetries and Reflections*, Woodbridge : Ox Bow Press
- Worrall, J. & E. Zahar (2001) Ramsification and structural realism, Appendix in E. Zahar, *Poincaré's Philosophy: From Conventionalism to Phenomenology*, Peru : Court Publishing, 236-251