

SCIENCE & FICTION

Interstellar : plongée dans le tesseract

Dans le film de Christopher Nolan, les tableaux noirs cachent plusieurs éléments de la physique théorique d'aujourd'hui. Décryptage.

Roland LEHOUCQ et Jean-Sébastien STEYER

En pleine catastrophe écologique majeure, la Terre se meurt. À court de ressources, l'humanité est à l'agonie. Un groupe de scientifiques reclus cherche une solution et propulse une petite équipe dans l'espace en quête d'une nouvelle Terre. Après un long voyage, le héros finit sa course dans un trou noir pour nous apprendre que, finalement, seul l'amour transcende l'espace et le temps.

L'accroche du film *Interstellar* (Christopher Nolan 2014), héritier revendiqué de *2001, l'Odyssée de l'espace*, est certes un peu faible. Mais cette œuvre n'en a pas moins un intérêt pédagogique, tant la science y est présente et tant la volonté du réalisateur de bien faire est incontestable. Christopher Nolan s'est d'ailleurs attaché les conseils du physicien américain Kip Thorne, spécialiste de la théorie de la relativité générale et qui a beaucoup travaillé sur le concept de trou de ver.

Dans le film, le professeur Brand tente de bâtir une théorie capable de rendre compte simultanément de toutes les interactions fondamentales – la gravitation et les interactions à l'échelle microscopique. Le professeur explique que la mise au point de cette « théorie du tout » pourrait sauver l'humanité. Outre la naïveté d'une telle prétention, il est intéressant de se demander si les équations fugitivement montrées sur les immenses tableaux noirs de son bureau ont la moindre signification pour un physicien.

Sur le premier tableau (page ci-contre, à gauche), un dessin représente notre Univers



LE FILM INTERSTELLAR entraîne le spectateur à travers des trous de ver et sur des exoplanètes tout en essayant de coller le plus possible à la rigueur scientifique.

comme une surface ou « brane » (*our brane 0*) prise en sandwich entre deux autres (*confining brane 1, confining brane 2*), décalées par rapport à la nôtre dans une dimension perpendiculaire. Clairement, le professeur Brand construit sa théorie dans un superspace – le *bulk* – ayant plus de dimensions que nous n'en percevons.

En 1999, les physiciens américains Lisa Randall et Raman Sundrum proposèrent justement un modèle selon lequel notre univers n'est qu'un sous-ensemble d'une structure ayant davantage de dimensions. Ce *bulk* y est décrit par un espace à cinq dimensions qualifié d'anti de Sitter (noté AdS_5 sur le tableau). La motivation des deux physiciens était d'expliquer la faiblesse de la gravitation vis-à-vis des autres interactions à l'échelle microscopique : ainsi, l'attraction gravitationnelle entre le proton et l'électron d'un atome d'hydrogène est 10^{39} fois plus faible que la force électrique qui les lie.

Imaginons alors que notre univers tridimensionnel soit plongé dans un espace doté d'une dimension spatiale supplémentaire et que toutes les interactions restent confinées dans les trois dimensions usuelles, sauf la gravité. Comme elle peut s'étendre dans toutes les dimensions, la gravité semblerait alors subir des « fuites », qui se traduiraient par son apparente faiblesse dans notre espace tridimensionnel.

L'intimidante formule du second tableau confirme cette interprétation. Elle exprime l'« action effective » de la théorie du professeur