

# Trous Blancs

Carlo Rovelli

édition Flammarion - septembre 2023 - 175 pages

Notes de lecture de J-Nicolas Maisonnier - 18 septembre 2024

Physicien, Carlo Rovelli est l'un des initiateurs de la théorie de la gravité quantique à boucles. Il est l'auteur, entre autres, de "Sept brèves leçons de physique", de "l'ordre du temps" et de "Helgoland".

Dans ce petit livre, facile à lire, illustré d'anecdotes et emprunt de poésie, il raconte sa recherche sur le devenir des trous noirs et la possibilité qu'en leur sein naissent des trous blancs :

*Depuis quelques années, ma recherche s'est concentrée sur les trous blancs, les petits frères des trous noirs, que nous voyons par centaines dans le ciel. Je vais parler de ce qui se passe sur le bord de ces trous noirs, cette surface que l'on appelle l'horizon, où le temps semble s'arrêter et l'espace se déchirer. Puis de leurs profondeurs, où le temps et l'espace se dissolvent. Jusqu'au point où le temps se renverse. Jusqu'au point où naissent les trous blancs.*

*Je ne sais pas si l'hypothèse que les trous noirs se transforment en trous blancs est juste. Je ne sais même pas si les trous blancs existent vraiment, mais c'est l'idée que je veux raconter.*

Son histoire débute en 2014 à Marseille quand l'un de ses étudiants, [Hal Haggard](#), imagine que l'astre entraîné par sa gravité et qui s'effondre dans un trou noir puisse rebondir par renversement du temps. En effet les équations de la relativité générale (Einstein 1915) sont invariantes en sens positif ou négatif de la variable temps.

Rovelli évoque ensuite l'apport de Karl Schwarzschild pour résoudre ses équations et ouvrir la possibilité de l'effondrement gravitationnel des étoiles en fin de vie. Il raconte ensuite le travail de Karl Jansky qui construisit une antenne qui détecta en 1928 un signal provenant du centre de notre galaxy, signal qui s'avèrera être émis par l'environnement du gigantesque trou noir rendu visible en 2019 par la collaboration internationale Event Horizon Telescope (EHT)<sup>1</sup>.

Carlo Rovelli imagine un voyage vers le trou noir et le passage de son "horizon" au delà duquel aucune matière, lumière ou information ne nous est accessible. Il illustre ce voyage avec des extraits de la Divine comédie de Dante.

L'horizon d'un trou noir est semblable à l'horizon maritime, le bateau qui le franchit ne s'en aperçoit pas, mais il disparaît aux yeux de ceux qui sont restés à terre. David Finkelstein a

---

<sup>1</sup> c'est à 2 850 mètres d'altitude, sur les pentes du Pico Veleta, en Andalousie, dans le sud de l'Espagne que fut recueillie en avril 2017, une partie des quatre pétaoctets (1015 octets) de données ayant servi à l'élaboration de l'extraordinaire cliché.

montré par le calcul que les horloges ne ralentissent pas au passage de l'horizon (p 36). C'est vu de loin qu'elles semblent ralentir.

Rovelli se représente un trou noir comme un cône qui s'allonge et rétrécit, au point que la courbure de l'espace-temps atteint la limite de validité de la relativité général et qu'on entre dans un monde quantique.

Avant de poursuivre, Rovelli dresse le tableau des révolutions scientifiques qui ont changé notre perception du cosmos. Depuis Anaximandre jusqu'à Einstein en passant par Copernic, Kepler, Galilée et Newton, Faraday et Maxwell.

*Les nouveaux concepts sont issus des anciens concepts, adaptés, modifiés. Nous ne pensons que par analogie (p 68).*

C'est l'audace de ses pionniers qui anime Rovelli.

*Arrivé au bout de sa chute, un trou noir rebondit et reparcourt sa propre histoire en remontant le temps, il s'est transformé en trou blanc. (p 78)*

*Ce saut, cette singularité n'est ni spatial ni temporel, c'est une transition quantique d'une configuration de l'espace à une autre ... que la théorie de la gravité quantique à boucles peut décrire (p 88)... Les calculs sont en cours (p 93).*

Pourtant de l'extérieur rien ne distingue un trou noir d'un trou blanc, en inversant la direction du temps l'attraction de la gravité ne devient une répulsion.

Rovelli ne peut s'empêcher de penser que "cela est un peu fou" (p 99). ... "de nombreuses questions restent ouvertes" (p 103) .

Rovelli ne cache pas le désaccord de la communauté scientifique sur la quantité d'information contenue dans un trou noir. Pour lui un trou noir, même très évaporé, peut contenir encore beaucoup d'information, même si la surface de son horizon est minuscule. (P 119-123).

La troisième partie de cet ouvrage est une réflexion sur la nature du temps, et la chaleur signe de phénomènes irréversibles. En réalité, aucun phénomène macroscopique n'est totalement irréversible. Les trous noirs aussi émettent de la chaleur. C'est le rayonnement découvert en 1974 par Stephen d'Hawking. Le déséquilibre initial du Big Bang et ceux du passé laissent des traces. Par exemple, l'ouverture d'une écluse provoque une vague. La photo de cette vague témoigne du passé. Le film ne peut pas être passé à l'envers. Pour nous le temps est foncièrement dissymétrique. Il est la condition d'existence d'une mémorisation et d'une pensée.

*C'est parce que le déséquilibre est nécessaire pour penser qu'il nous est si naturel d'imaginer que le temps soit orienté, et si difficile d'accepter l'idée que l'orientation du temps n'est pas fondamentale. (p 150).*

Pourra-t-on mettre en évidence ce rebond des trous noirs en trous blancs ? Rien n'est moins sûr, car : *Vu de l'extérieur, le processus dure extrêmement longtemps des milliards d'années, ou même plus. Le trou noir met un temps extraordinairement long à s'évaporer. Le trou blanc met encore plus de temps à se dissiper en recrachant toute information et le peu d'énergie qui lui reste jusqu'au terme de cet extraordinaire processus, la longue et heureuse vie d'une étoile. (P 157).*

*Pour ceux qui restent dehors, le trou blanc est un petit objet très stable, qui rayonne très faiblement de sa minuscule énergie résiduelle, avec une gravité tout à fait normale, pendant très longtemps. A l'intérieur, c'est un vaste monde.*

*Une masse grande comment ? Pas plus petite que la masse de Planck car un horizon avec la masse de Planck à la taille d'une aire de Planck, et la granularité de l'espace empêche tout ce qui est plus petit d'exister. Mais pas beaucoup plus grand non plus, car un gros trou blanc est instable et deviendrait noir.*

*Une masse de Planck est une masse d'un petit cheveu. Un trou blanc et comme un cheveu qui flotte dans le ciel. Contrairement à un cheveu, il n'a pas de charge électrique. il n'interagit donc pas avec la lumière, vous ne pouvez pas le voir il n'a que sa gravité très faible.(p 160)*