

Stephen Hawking

raconté par Thibault Damour

Stephen Hawking s'est éteint le 14 mars dernier à l'âge de 76 ans. Son empreinte sur la physique est-elle aussi forte que sa notoriété auprès du grand public ? Au-delà des résultats qu'il a obtenus, les réflexions qu'il a suscitées en cosmologie sont une source d'inspiration qui nourrit toujours les physiciens.

Travaux montrant que les trous noirs « s'évaporent » (rayonnement de Hawking).

1974

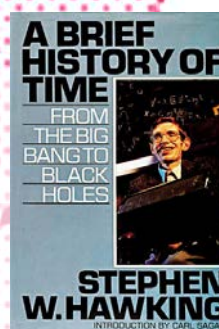


1979-2009

Chaire de professeur lucasien à l'université de Cambridge.

Selon lui, l'information est définitivement perdue dans un trou noir.

1981



1988

A Brief History of Time (Une brève histoire du temps), succès de librairie.

Nouvelles idées, selon lesquelles l'information n'est pas détruite dans un trou noir.

2004

THIBAUT DAMOUR

est physicien théoricien, professeur à l'IHES (Institut des hautes études scientifiques, à Gif-sur-Yvette) et membre de l'Académie des sciences. Spécialiste de la relativité générale et de la théorie des cordes, il a reçu la médaille d'or du CNRS en 2017 pour ses travaux sur le rayonnement gravitationnel des systèmes binaires.



Stephen Hawking est un sphinx qui nous lègue des énigmes

Stephen Hawking était un de vos proches collègues, mais aussi le physicien le plus connu du grand public, élevé au rang de mythe de son vivant. Que penser de cette notoriété ?

Hawking n'était peut-être pas «le nouvel Einstein» que les médias ont voulu présenter, mais n'allons pas déboulonner des statues pour autant ! Il reste avant tout un scientifique remarquable. Qu'il ait pu, sa vie durant, se maintenir aux frontières du savoir tout en affrontant sa terrible maladie m'a toujours laissé admiratif. C'était une personnalité riche, un amoureux de la musique et un homme plein d'humour.

Un autre trait de sa personnalité m'a frappé un soir qu'il m'avait invité à dîner à Cambridge. Je m'attendais à une tablée de physiciens, mais nous étions seuls et il voulait simplement jouer avec moi à un jeu – Othello – dont il a dû m'expliquer les règles. Au bout d'un moment, je commençais à comprendre et à gagner, ce qui manifestement le chiffonnait. Une minute avant minuit, l'heure à laquelle je devais partir, je jouai un coup gagnant qui mettait fin à la partie. Mais comme je me levais, à minuit et une minute, Stephen produisit discrètement un autre coup, qui l'aurait fait gagner s'il n'avait pas déjà perdu... Hawking jouait toujours pour gagner ! C'est aussi cette volonté qui lui a permis de tenir si merveilleusement face à sa maladie. Mais il n'écrasait pas les autres. Il n'a jamais joué les vedettes parmi les autres scientifiques, même si sa célébrité l'amusait. En fait, il a tenté d'en faire quelque chose d'utile, pour la défense de la vie animale ou sous la forme d'une fondation à Cambridge. C'était fondamentalement un type bien.

Stephen Hawking a fait une entrée remarquée dans le monde de la physique théorique en 1966, avec sa thèse qui prolongeait les travaux du physicien et mathématicien britannique Roger Penrose visant à prouver que les singularités sont inévitables en relativité générale. Que reste-t-il de ce travail ?

Les travaux de Penrose, puis de Stephen Hawking à cette époque, restent très importants. Penrose avait inauguré des méthodes mathématiques qui prenaient en considération les propriétés globales de l'espace-temps de la relativité générale sans qu'il y ait besoin de résoudre les équations d'Einstein. Il s'en était servi pour démontrer l'existence de lignes d'univers qui n'ont pas de futur. Qu'est-ce qu'une ligne d'univers ? En quelque sorte la ligne de vie d'un objet dans l'espace-temps. Penrose avait montré que celle d'une particule tombant dans un trou noir s'arrête en un temps fini selon son horloge. Il y a donc bel et bien quelque chose de singulier à cet endroit. L'espace-temps n'est pas complet : des points en sont ôtés, ainsi que toutes les lignes qui en partent vers le futur. Hawking s'est servi de ce résultat pour montrer qu'il en va de même

de la singularité cosmologique au début de l'Univers : des lignes d'univers n'ont pas de passé au-delà d'un certain point.

Certes, ces méthodes générales ne permettaient pas de savoir ce qui se passe exactement. Le temps existe-t-il encore au niveau du Big Bang ? N'y a-t-il effectivement plus d'espace ? À quoi correspondent les points singuliers de l'espace-temps de Penrose dans l'Univers ? On ne sait toujours pas répondre à ces questions. Néanmoins, ces résultats, aujourd'hui nommés théorème de Penrose-Hawking, ont marqué un tournant. En 1963, les Russes Isaak Khalatnikov et Evgueni Lifchitz venaient de poser le problème de la nature de la singularité cosmologique. En relativité générale, nous faisons nos calculs dans le cadre d'hypothèses simplificatrices, en supposant par exemple que l'Univers est homogène et isotrope, c'est-à-dire très symétrique. Khalatnikov et Lifchitz s'interrogeaient : est-ce à cause de ces hypothèses qu'une singularité apparaît au départ de l'Univers ? Si les choses étaient moins symétriques, cet artefact disparaîtrait-il ? Ils n'avaient pas résolu le problème. Le théorème de Hawking les a obligés à revoir leur travail puisqu'il annonçait que la singularité est, de façon très générale, obligatoire.

En collaboration avec Volodia Belinski, ils ont finalement trouvé une solution aux équations d'Einstein qui montre précisément ce qui se passe lorsque l'Univers n'est ni homogène ni isotrope : quand on s'approche du Big Bang, la géométrie au voisinage de chaque point de l'Univers oscille violemment et de façon chaotique, de plus en plus vite, de sorte qu'une infinité d'oscillations nous séparent du moment singulier, au temps $t = 0$, où toutes les distances sont réduites à zéro. Là encore, il n'est pas prouvé que c'est ainsi que fonctionne l'Univers réel. Cette question est toujours à l'étude. Mais Hawking a contribué à convaincre la communauté scientifique de l'existence d'une singularité à l'origine de l'Univers, sans pouvoir cependant préciser sa nature.

Les hypothèses qu'il a faites pour cela sont-elles toujours d'actualité ?

Hawking a utilisé ce qu'on appelle des conditions fortes sur l'énergie. Ce sont des hypothèses que l'on ajoute aux équations d'Einstein et qui postulent, par exemple, que la densité de masse (ou, cela revient au même, d'énergie) est positive et très supérieure à toute pression ou tension présente dans la matière. Il y a différents choix possibles. Stephen était jeune et, surtout à l'époque, très ambitieux. Il voulait un théorème ! Il a donc pris toutes les hypothèses nécessaires pour que son résultat soit obligatoire. Il faut aussi comprendre que ces conditions sur l'énergie paraissaient parfaitement naturelles à l'époque, car les observations cosmologiques semblaient aller dans ce sens.