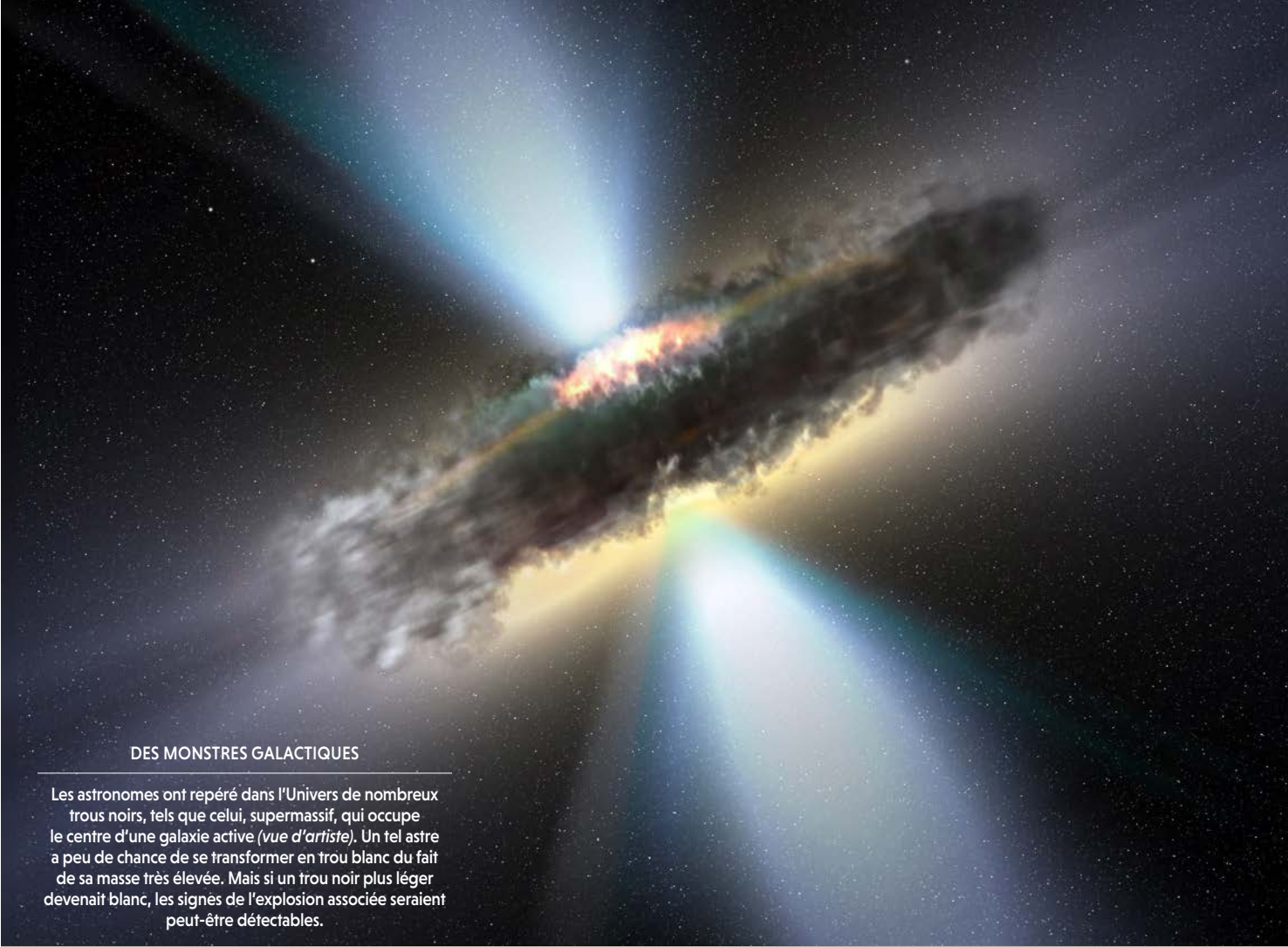




DES MONSTRES GALACTIQUES

Les astronomes ont repéré dans l'Univers de nombreux trous noirs, tels que celui, supermassif, qui occupe le centre d'une galaxie active (*vue d'artiste*). Un tel astre a peu de chance de se transformer en trou blanc du fait de sa masse très élevée. Mais si un trou noir plus léger devenait blanc, les signes de l'explosion associée seraient peut-être détectables.

éternels. Mais rien n'est éternel. Comme nous l'avons déjà évoqué, Stephen Hawking, a montré en 1974 que les trous noirs émettent un faible rayonnement. Pour un observateur lointain, le trou noir perd de la masse: il s'évapore (*voir l'encadré page 28*).

Plus le trou noir diminue de taille grâce à ce processus d'évaporation, plus la probabilité qu'il réalise la transition vers un trou blanc par effet tunnel augmente. À un certain point, cela se produit et l'espace-temps lui-même opère sa transformation par effet tunnel et sa géométrie change. Au lieu de continuer à se comporter comme le voudraient les équations de la relativité générale classique, le trou noir subit la transition et devient un trou blanc. Après, sous cette forme, il recommence à suivre les équations de la relativité générale classique.

UN PARADOXE TOUT RELATIF

Il y a un aspect *a priori* incohérent entre les deux descriptions que j'ai données de la naissance du trou blanc. D'un côté, la transition par effet tunnel prend du temps, et effectivement nous voyons dans le cosmos des trous noirs qui sont âgés de millions d'années, et probablement beaucoup plus pour certains. D'un autre côté, quand une étoile s'effondre pour former un trou noir, la matière se précipite vers le centre en moins d'une milliseconde, elle atteint

le stade de l'étoile de Planck avant de rebondir, également en moins d'une milliseconde. Dans un cas, la transformation est lente, dans l'autre elle est quasi immédiate! Comment la transformation d'un trou noir en un trou blanc peut-elle être à la fois si lente et si rapide?

Le paradoxe n'est qu'apparent, car l'ensemble est en fait bien cohérent dans le cadre de la relativité générale, où le temps est très «flexible». Un objet massif courbe l'espace-temps de telle façon qu'il ralentit (dilate) le temps. Par exemple, sur Terre, le temps s'écoule plus lentement au niveau de la mer qu'au sommet des montagnes. L'effet est infime sur la planète bleue, mais il devient beaucoup plus marqué près d'un trou noir. Un intervalle de temps très court à l'intérieur du trou noir est perçu comme très long pour quelqu'un en dehors. Le rebond qui se produit en quelques millisecondes est vu de l'extérieur comme au ralenti. Les trous noirs que nous observons dans le cosmos peuvent donc être des objets en train de s'effondrer et de rebondir, perçus par nous comme dans un film ralenti à l'extrême.

Ce scénario de la transformation d'un trou noir en trou blanc est intéressant à bien des égards. Il offre une vision cohérente de l'évolution des trous noirs et apporte une réponse au problème de la conservation de l'information (*voir l'encadré page ci-contre*). Il présente ➤