



# De quelle façon l'Univers va-t-il mourir?

Les différents modèles prévoient la fin de l'Univers dans des dizaines, voire des centaines de milliards d'années. De quoi voir venir. GETTY IMAGES/SCIENCE PHOTO LIBRA

Dans son dernier livre, l'astrophysicienne américaine Katie Mack dresse le bilan des connaissances actuelles pour imaginer la fin des temps. Vertigineux.

Emmanuel Borloz

La fin du monde. Source quasi inépuisable de récits et de films de science-fiction, de textes philosophiques, religieux, mais aussi de théories plus ou moins farfelues, l'eschatologie - l'étude de la fin de tout - fascine. Déluge de la fin des temps, super-éruption volcanique, invasion d'extraterrestres, attaque de zombies, Terre détruite par un météorite géant, virus tueur, famine mondiale, hiver nucléaire... La liste des possibles est sans fin. Choisissez votre apocalypse!

«Si l'Univers est appelé à disparaître, faut-il vraiment encore sortir les poubelles?»



**Katie Mack**  
professeure adjointe de physique à l'Université d'État de Caroline du Nord.

La science n'esquive pas le débat. Nombre de chercheurs planchent sur le sujet le plus sérieusement du monde. Car sur un horizon nettement plus lointain, il est une certitude: la fin de la planète bleue est inéluctable. Les cosmologistes en sont persuadés, la fin de la Terre telle que nous la connaissons est d'ores et déjà programmée. Elle interviendra dans

quelque 5 milliards d'années, avec la mort du Soleil. Projétons-nous.

Lorsque notre étoile naine jaune aura consommé tout son carburant, l'hydrogène, elle va gonfler au point de devenir une géante rouge qui engloutira l'orbite de Mercure, éventuellement de Vénus et finira par carboniser la Terre, réduite à un caillou stérile. Mars devrait connaître le même sort funeste.

Voilà le point de départ de «Comment tout finira (astrophysiquement parlant)», passionnant livre de l'astrophysicienne américaine Katie Mack sorti cette semaine aux éditions Quanto. Un ouvrage didactique salué par ce que la presse américaine compte de plus prestigieux, qui le considère comme l'un des meilleurs livres de vulgarisation de l'an dernier.

Avec autant d'humour que de recours à de pointus concepts, physique quantique, énergie noire ou théorie des cordes, la jeune chercheuse s'interroge sur la fin, non pas de la Terre, mais sur celle, nettement plus lointaine, de l'Univers. «Si l'Univers est appelé à disparaître, faut-il vraiment encore sortir les poubelles?» questionne Katie Mack. Avant de dérouler cinq hypothèses de la fin de l'Univers en s'appuyant sur les connaissances actuelles. Demandez le programme.



«Comment tout finira (astrophysiquement parlant)»  
Katie Mack  
Éd. Quanto

## Le big crunch

**C'est quoi?** Si le big bang désigne l'origine de l'Univers puis son expansion, le big crunch - ou effondrement terminal - constitue l'autre extrémité: un big bang à l'envers. Cette théorie postule que l'expansion de l'Univers se met soudain à ralentir avant de s'arrêter, puis d'inverser son cours avant de s'effondrer.

**C'est comment?** Il faut imaginer l'expansion de l'Univers comme une balle que l'on lancerait au-dessus de sa tête, propose l'auteure pour simplifier. La force de la poussée initiale (big bang) détermine la distance que parcourra la balle avant d'être éventuellement freinée par la gravitation, de s'immobiliser puis de retomber. On sait que la galaxie Andromède file vers la Voie lactée à 110 km/h et qu'elle la percute dans 4 milliards d'années. Le spectacle promet d'être époustoufflant. Mais quid des galaxies beaucoup plus distantes, qui s'éloignent en accélérant? Vont-elles aussi finir par s'effondrer? Pas certain, car la découverte de l'accélération de l'expansion de l'Univers, «qui a choqué tout le monde et valu à ses découvreurs le Nobel de physique (ndlr: 2011)», plaide plutôt pour une expansion infinie.

**C'est possible?** Le big crunch est peu probable, conclut Katie Mack, pas rassurante pour autant. «Au bout du compte, le sort le plus probable de l'Univers est beaucoup plus perturbant.» **EBZ**

## Le big freeze

**C'est quoi?** La mort thermique, big freeze ou big chill, décrit la fin de l'Univers, dont l'expansion serait telle qu'il finirait par refroidir. Puis par se figer. Dans un tel état, le mouvement et la vie ne sont plus possibles. Fin de partie.

**C'est comment?** Dans ce scénario, nettement plus ardu que le premier, Mack convoque le terme d'entropie. «L'un des sujets les plus tragiquement obscurs de la science», glisse l'auteur, qui résume: l'entropie, c'est la tendance au désordre. «Si on laisse une chose assez longtemps tranquille, elle dégénérera inévitablement vers le désordre», écrit la scientifique, pour qui l'Univers n'échappe pas à la règle. Dans des milliards d'années, lorsque toute l'énergie qu'il contient aura été distribuée de façon uniforme, il ne pourra plus évoluer. Le mouvement se fige. «Plus aucune structure organisée ne peut exister, aucune évolution ne peut avoir lieu, aucun processus significatif de quelque type que ce soit ne peut se produire. Plus rien ne peut survenir.»

**C'est possible?** Katie Mack ne ferme pas totalement la porte au scénario du big freeze, qui nous laisse tout de même pas mal de temps (10 puissance 1000 ans). «D'autres possibilités ne sont pas à exclure et l'une d'elles a des conséquences nettement plus radicales et plus immédiates: le big rip.» **EBZ**

## Le big rip

**C'est quoi?** Littéralement le grand déchirement, ce scénario postule une expansion toujours plus violente de l'Univers. Conséquence: la dislocation de tout ce qui existe. Les superamas ouvriront le bal avant la Voie lactée, les planètes, le soleil et, enfin, les atomes.

**C'est comment?** Le scénario est aussi fascinant qu'hypothétique. La théorie du grand déchirement s'appuie sur l'accélération de l'expansion de l'univers, qui postule que les galaxies les plus distantes s'éloignent de plus en plus vite. En cause: une force répulsive, souvent qualifiée d'énergie fantôme (une variante de l'énigmatique énergie noire) dont la densité augmente au fil du temps. De plus en plus violente, cette énergie fantôme verrait sa densité tendre vers l'infini, ce qui finit par dissoudre tout ce qui est. Pour en rendre compte, on emploie souvent l'image d'une toile élastique (l'espace) sur laquelle repose un morceau de carton (une galaxie). Le morceau de carton résiste à l'étirement de la toile. Mais la densité allait en augmentant, la toile, de plus en plus tendue, se rigidifie. Les molécules se délient, le carton se déchire.

**C'est possible?** «Pas la peine de paniquer trop vite, les données ne sont pas claires», répond Katie Mack, que l'on sent tout de même séduite. «C'est plausible, très bien décrit et appuyé par les résultats des expériences les plus précises. Et cela pourrait survenir à tout moment, littéralement.» **EBZ**

## La désintégration du vide

**C'est quoi?** Ce modèle effrayant a un cadre lémanique, puisqu'il s'appuie sur le Grand Collisionneur de hadrons (LHC) du CERN.

**C'est comment?** Ce modèle extrême convoque la notion de vide. Loin d'être dépourvu de tout, le vide comprend de l'énergie, qui s'efforce d'être la plus basse possible. À l'image d'un caillou immobile au fond d'une vallée, l'Univers, pour exister, a besoin que l'énergie du vide soit stable. Mais cette stabilité est très précaire. On parle d'un vide métastable, «à peu près stable, pour l'instant». Car le caillou ne serait en réalité pas au fond de la vallée mais sur un monticule au milieu de la vallée. Et là, ce serait apocalyptiquement mauvais», écrit l'auteur. Les collisions du LHC n'y suffiraient pas. Mais une explosion à ultra-haute énergie ou l'évaporation finale d'un trou noir, c'est une autre histoire: elles créeraient une bulle de vide aux propriétés aussi étranges que destructrices. Qui grandirait en engloutissant tout et que rien ne pourrait arrêter.

**C'est possible?** «La désintégration du vide est une idée relativement nouvelle qui fait intervenir une telle galerie de types de physique de l'extrême qu'il n'est pas exclu que nos vues à son sujet changent du tout au tout dans les années qui viennent», rassure Mack. **EBZ**

## Le rebond

**C'est quoi?** Oubliez le modèle d'un univers unique. La théorie du rebond postule que l'univers observable n'est qu'une sous-partie de l'Univers total. Dont les différentes branches, reliées par la gravitation, finiront par rebondir les unes sur les autres.

**C'est comment?** Le dernier modèle décrit par Katie Mack, dont on sent bien qu'il lui plaît, commence par rappeler l'une de plus grandes énigmes de la physique: existe-t-il une théorie du tout? «Le hic, c'est que la gravitation refuse de jouer le jeu.» Si la gravitation paraît faible, c'est peut-être qu'elle fuit dans une autre dimension? Dans ce schéma compatible, nommé «modèle ekpyrotique», l'Univers total comporte des «branes» (notre univers est contenu dans une brane) dans laquelle sont enfermées les forces de la nature (électromagnétisme et forces nucléaires). La gravitation, qui se propage dans les autres branes qui s'éloignent, est l'unique lien entre les dimensions. Ces interactions permettent de proposer une nouvelle origine de l'Univers. Mais aussi une destruction inédite. Les branes s'éloignent avant d'être mutuellement attirées et de rebondir les unes sur les autres.

**C'est possible?** Katie Mack ne répond pas. À la place, elle pose une longue liste de questions. Comme pour rappeler que la science évolue. Et que d'autres modèles du grand final cosmique sont encore à découvrir? **EBZ**