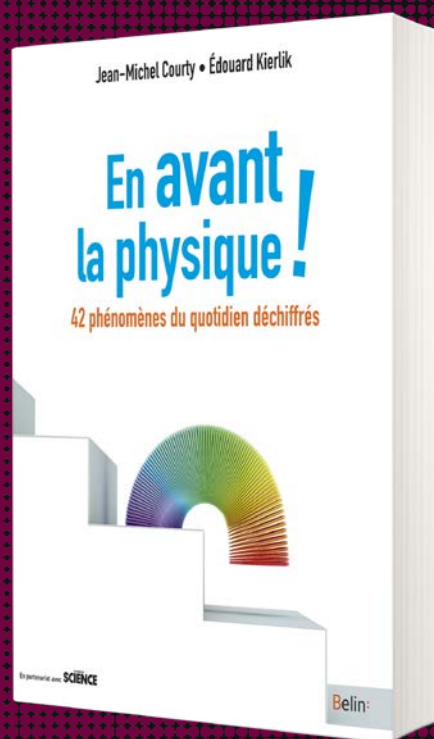


Le nouvel opus de deux vulgarisateurs hors pair !

Une bouteille qui chante. Un verre de chocolat soluble qui tinte. Un carillon dont les cloches homothétiques couvrent toute la gamme. Un escalier qui joue du clairon. Une sculpture qui filtre certains sons... Et en avant la physique !

18,5 x 24,5 cm - 192 pages - 24 euros



Séismes et tsunamis, comment les expliquer ? Et pourra-t-on un jour les prédire ?

Une découverte passionnante de la lente évolution de nos connaissances sur les séismes, qui se lit comme un roman !

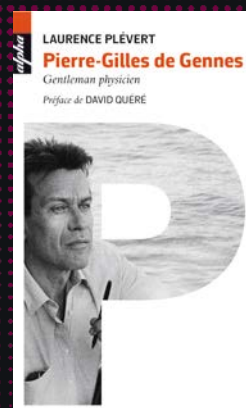
15 x 22 cm - 288 pages - 19,50 €

Et aussi...

Dans notre collection de livres de poche



10 x 17 cm - 304 pages - 9,90 €



10 x 17cm - 392 pages - 9,90 €

Des kilonovæ aux ultranovæ

Daniel Kasen

De nombreuses étoiles achèvent leur vie en de formidables explosions : les supernovæ. Or celles-ci se sont révélées d'une intrigante diversité. Quels sont les mécanismes susceptibles d'en rendre compte ?

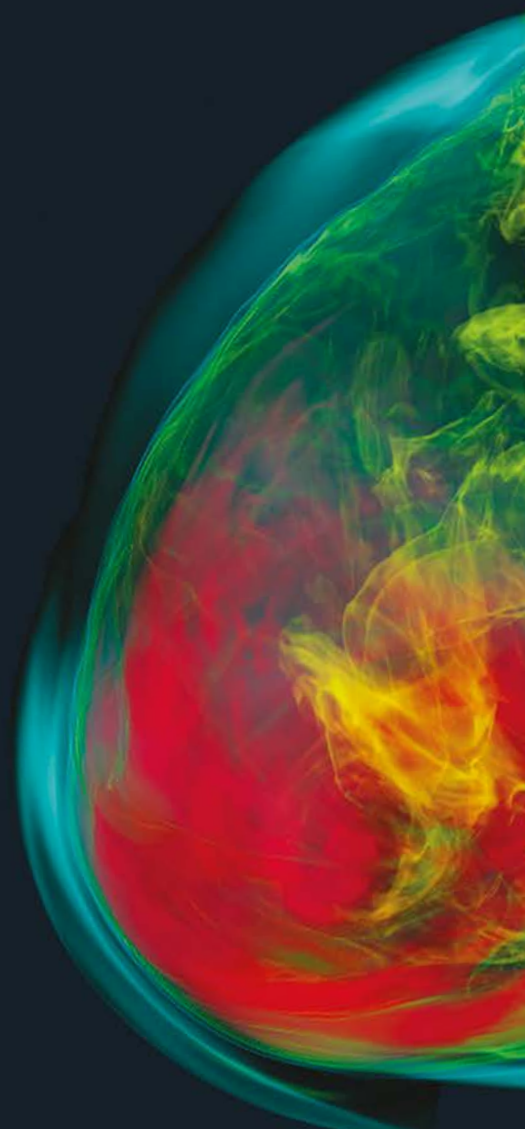
A peu près chaque seconde, quelque part dans l'Univers observable, une étoile meurt à la suite d'une catastrophe cosmique : collision avec une autre étoile, effondrement de l'astre sur lui-même éventuellement suivi de la formation d'un trou noir ou d'une explosion en supernova. Ainsi, l'Univers est bien plus dynamique que ne le laisse penser le calme apparent du ciel nocturne. Et alors que les chercheurs reconstituent depuis près d'un siècle les grandes lignes de l'évolution cosmique, c'est seulement depuis quelques années que les astronomes ont les moyens d'étudier des événements à l'échelle des étoiles qui se produisent en quelques jours voire quelques heures, ceux-là même qui correspondent à la mort de ces astres.

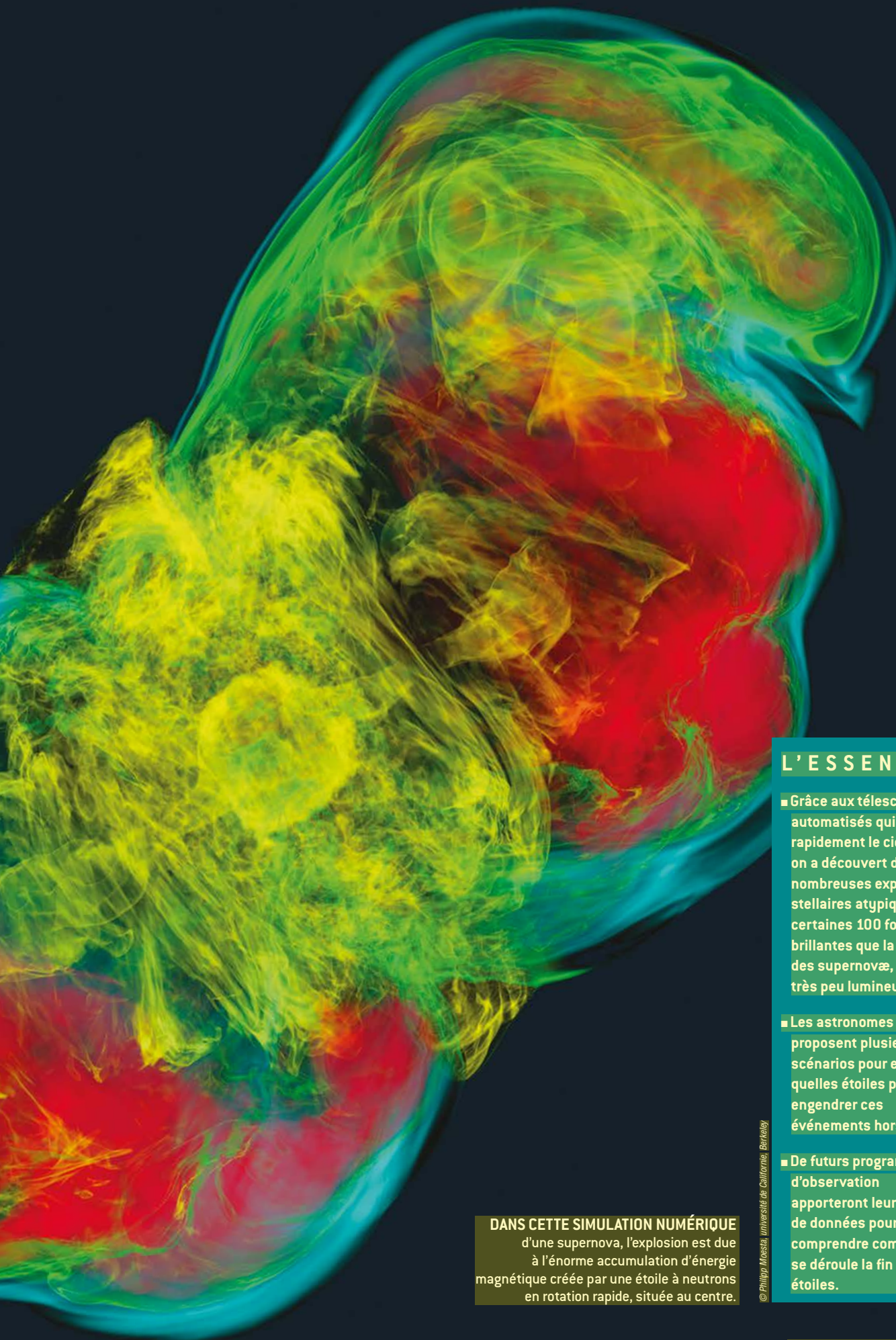
Pourtant, l'homme a été à maintes reprises témoin du caractère fragile de la vie des étoiles. En 1006, par exemple, les Chinois ont observé une « étoile invitée » visible à l'œil nu pendant quelques semaines. Tycho Brahe a consigné un événement similaire en 1572, et Johannes Kepler un autre, trente ans plus tard. Nous savons aujourd'hui que ces apparitions correspondaient à des explosions d'étoiles

en supernovæ. À leur pic de luminosité, ces supernovæ brillent plus intensément que un milliard de soleils. Néanmoins, la plupart se produisent très loin de nous et nous apparaissent comme de simples points lumineux qui passent souvent inaperçus dans l'immensité du ciel.

Les techniques modernes ont révolutionné l'étude de l'Univers. Les télescopes sont désormais robotisés et équipés de caméras numériques de haute résolution. Les données qu'ils recueillent sont analysées automatiquement par des logiciels de traitement d'image et de reconnaissance de motifs. Ces systèmes font un suivi régulier de vastes régions du ciel, à l'affût de tout ce qui explose dans la nuit. Depuis une décennie, grâce à ces outils, les astronomes découvrent chaque année des milliers de nouvelles explosions stellaires : chaque semaine, on découvre autant de nouvelles supernovæ que l'on n'en avait vu tout au long du XX^e siècle.

Les astronomes observent davantage de supernovæ, mais ils en découvrent aussi des cas atypiques. Certaines explosions stellaires sont anormalement brillantes, une centaine de fois plus lumineuses





DANS CETTE SIMULATION NUMÉRIQUE
d'une supernova, l'explosion est due
à l'énorme accumulation d'énergie
magnétique créée par une étoile à neutrons
en rotation rapide, située au centre.

L'ESSENTIEL

■ Grâce aux télescopes automatisés qui balaient rapidement le ciel, on a découvert de nombreuses explosions stellaires atypiques, certaines 100 fois plus brillantes que la majorité des supernovæ, d'autres très peu lumineuses.

■ Les astronomes proposent plusieurs scénarios pour expliquer quelles étoiles peuvent engendrer ces événements hors norme.

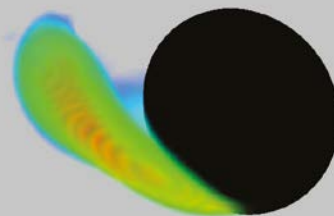
■ De futurs programmes d'observation apporteront leur lot de données pour comprendre comment se déroule la fin des étoiles.

© Philipp Moesta, Université de Californie, Berkeley

1



2



UNE ÉTOILE À NEUTRONS (*en vert*) fusionne avec un trou noir dans cette simulation numérique. L'étoile à neutrons est d'abord déformée par l'attraction du trou noir [1 et 2] jusqu'à créer une queue [3]. Elle finit par s'enrouler autour du trou noir [4] avant d'y être engloutie. Le processus s'apparente au scénario qui décrit la fusion de deux étoiles à neutrons et qui pourrait expliquer certaines supernovæ peu lumineuses.

L'AUTEUR



Daniel KASEN est astrophysicien à l'université de Californie à Berkeley, aux États-Unis, ainsi qu'au laboratoire américain Lawrence-Berkeley.

que les supernovæ ordinaires, tandis que d'autres sont cent fois moins brillantes. Certaines sont rouge foncé, d'autres ultraviolettes. Certaines brillent fortement des années durant, d'autres disparaissent en quelques jours. Les morts d'étoile sont infiniment plus variées que les chercheurs ne l'avaient pensé.

Pour comprendre cette diversité d'explosions stellaires, les astronomes tentent de déterminer les mécanismes en jeu. En étudiant ces événements, ils en sauront plus sur la vie et la mort de ces étoiles, ainsi que sur les processus physiques à l'œuvre dans les conditions les plus extrêmes de température, de densité et de gravité.

Les supernovæ ont aussi quelque chose à nous apprendre sur nos origines. Après le Big Bang, l'Univers ne contenait essentiellement que les plus légers des atomes : de l'hydrogène et de l'hélium. D'après la théorie de la nucléosynthèse stellaire, tout le reste (le calcium de nos os, le fer de notre sang, etc.) a été engendré par la fusion nucléaire se déroulant au cœur des étoiles, puis expulsé lors de l'explosion de celles-ci. On pensait que les supernovæ ordinaires créaient les éléments les plus lourds, mais la découverte de tant d'explosions hors norme suggère à présent que diverses cases du tableau périodique des éléments pourraient avoir des origines différentes. En observant un grand nombre de supernovæ très variées, nous devrions être en mesure de déterminer plus précisément

comment toute une gamme d'explosions stellaires a pu contribuer à produire le mélange d'éléments dont sont constituées notre planète et toute la vie qu'elle abrite.

Pour comprendre à quel point certaines des supernovæ que nous découvrons sont étranges, commençons par nous intéresser aux supernovæ classiques, qui sont déjà en elles-mêmes des phénomènes extraordinaires.

Catastrophe stellaire

Une étoile est une sorte de réacteur nucléaire stable : une énorme boule de plasma (c'est-à-dire un gaz chaud de particules électriquement chargées), liée par la gravité et alimentée par la fusion nucléaire au sein de son cœur comprimé. La chaleur issue de la fusion contrecarre la gravité et maintient l'étoile dans un état d'équilibre. Une explosion de supernova résulte d'une instabilité catastrophique dans cet équilibre des forces, quand la gravité l'emporte sur la combustion nucléaire, ou l'inverse.

Parmi les supernovæ classiques, on distingue différentes catégories. Nous laisserons ici de côté les « supernovæ de type Ia », importantes pour les cosmologistes et qui impliquent des naines blanches (des étoiles de masse comparable à celle du Soleil et de taille du même ordre que celle de la Terre).

Les supernovæ les plus répandues sont dites à effondrement de cœur. Elles concernent des étoiles de taille modérée