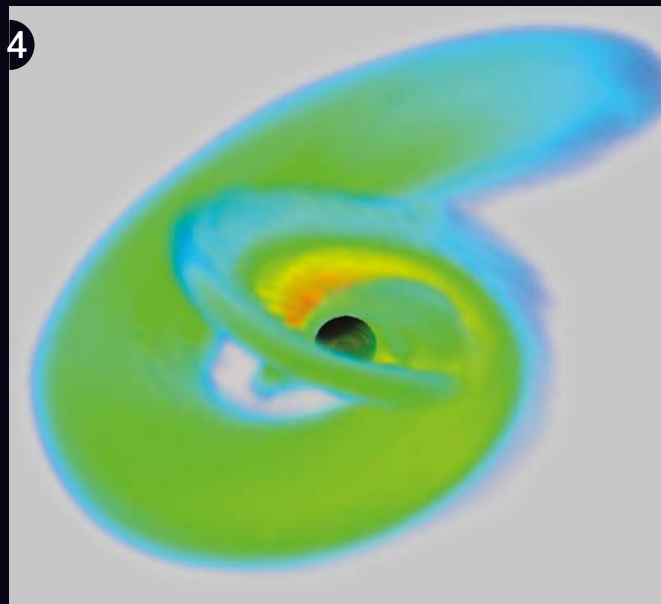
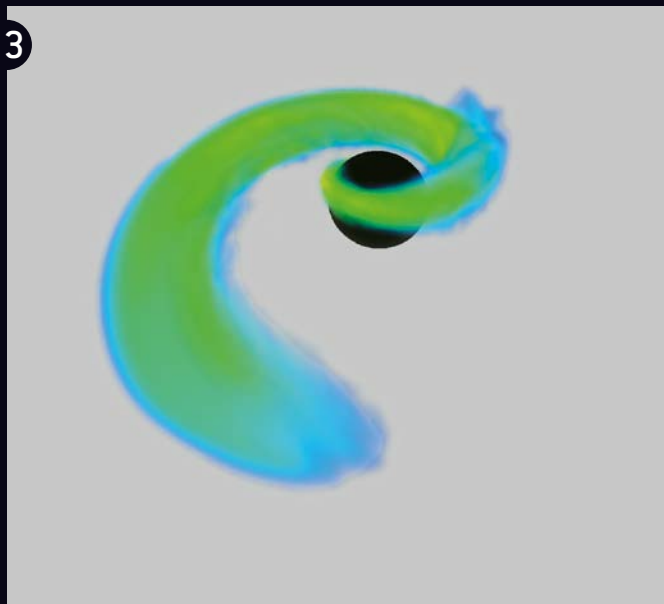




et faisant 10 masses solaires ou plus. Ces astres vivent des millions d'années pendant que leur hydrogène subit des réactions de fusion et forme des éléments de plus en plus lourds (hélium, carbone, oxygène, etc.). Une fois que tout a été transformé en fer, la fusion ne produit plus d'énergie mais en requiert. Elle ne peut donc plus se poursuivre. Il n'y a alors plus de force pour contrebalancer la gravité. La partie la plus profonde du cœur de l'étoile s'effondre sur elle-même et voit son volume comprimé d'un facteur un million, se transformant en un noyau ultradense, nommé étoile à neutrons: une boule de seulement quelques kilomètres de diamètre, mais de masse supérieure à celle du Soleil. L'énorme quantité d'énergie libérée lors de l'effondrement gravitationnel souffle le reste de l'étoile en un gigantesque feu d'artifice.

Pour se faire une idée de la puissance d'une explosion de supernova typique, disons qu'elle est comparable à celle qui serait libérée si le Soleil consommait toutes ses réserves d'hydrogène (de quoi entretenir sa combustion nucléaire pendant plus de 10 milliards d'années) en quelques secondes. Quand une supernova explose, la température interne de l'étoile monte à environ 3 milliards de degrés. Cela déclenche une onde de choc supersonique qui laisse dans son sillage un mélange d'éléments lourds fraîchement fusionnés, tels que du silicium, du calcium, du fer et des isotopes radioactifs du nickel, du cobalt et du titane.

En quelques minutes, l'étoile est soufflée en un nuage de cendres et de débris radioactifs, éjectés à une vitesse de 30 millions de kilomètres par heure, soit quelques pour cent de la vitesse de la lumière.

Le Soleil est trop peu massif pour finir en supernova, mais si c'était le cas, la première manifestation sur Terre en serait un bref éclair de rayons X intenses qui tuerait toute vie sur la planète. En quelques minutes, le nuage de débris solaires doublerait de taille et deviendrait un millier de fois plus brillant que le Soleil, mais il resterait trop opaque pour libérer toute la lumière piégée. Au bout de quelques heures, le nuage engloberait la Terre. Après quelques semaines, les cendres du Soleil auraient envahi tout le Système solaire. À ce stade, le nuage de débris deviendrait translucide et la lumière s'en échapperait, atteignant un pic d'environ un milliard de fois la luminosité solaire avant de pâlir définitivement.

Les astronomes n'observent presque jamais le bref éclair de rayons X émis par une supernova, et ils ne sont que rarement en mesure de retrouver une image d'archive de l'étoile telle qu'elle était avant son explosion. En général, on n'enregistre que la suite du processus: le nuage géant de débris radioactifs en expansion qui luit pendant des semaines, voire plus longtemps. En examinant cette lumière et les cendres, les astronomes tentent de reconstituer le passé de cette étoile, quel était son type et pourquoi elle a été détruite.

Parmi les supernovæ insolites récemment découvertes, les plus spectaculaires sont peut-être les explosions hyperénergétiques (ce que j'appelle des ultranovæ) qui sont au moins 100 fois plus lumineuses que les supernovæ ordinaires. Ce sont les supernovæ les plus brillantes, de sorte qu'elles sont visibles pratiquement jusqu'aux frontières de l'Univers observable. De tels événements sont très rares: il s'en produit peut-être un pour mille supernovæ ordinaires. Les astronomes n'ont pas encore assez d'éléments probants pour expliquer pourquoi ces explosions sont si brillantes, mais ils ont esquissé trois scénarios possibles. L'un d'eux explique peut-être toutes les ultranovæ que nous voyons, mais il est plus probable que les trois processus coexistent.

Des supernovæ ultrabrillantes

L'idée la plus naturelle est d'associer les ultranovæ aux étoiles extrêmement massives. Ces étoiles très grosses sont sensibles à toute une série d'instabilités. En particulier, le cœur des étoiles pesant entre 150 et 250 masses solaires pourrait devenir tellement chaud qu'un déluge de paires de particule matière-antimatière (plus précisément, des électrons et des positrons) s'y formerait. La production de ces particules a un coût énergétique qui saperait la force de pression s'opposant à la gravité