

Marco Zito

Supernova

Le dernier éclat de l'étoile disparue

Belin:

Marco Zito

Supernova
Le dernier éclat
de l'étoile disparue

Belin:

- Antoine Balzeau, Olivier-Marc Nadel, *33 idées reçues sur la préhistoire*, 2018.
Collectif, *La science à contre-pied*, 2017.
Jérôme Cottanceau, *Le choix du meilleur urinoir*, 2016.
René Cuillierier, *Et si la Terre était plate ?*, 2016.
Antonio Fischetti, Illustrations Faujour, *Charlie au labo*, 2017.
Jean-Louis Hartenberger, *Depuis quand les cachalots ont le melon ?*, 2016.
John M. Henshaw, *Le théorème de la fourmi géante*, 2016.
Philippe Henarejos, *Ils ont marché sur la Lune : le récit inédit des explorations Apollo*, 2018.
Pierre Kerner, *Moi parasite*, 2018.
Thierry Lefebvre, Cécile Raynal, *Médicaments, polémiques et vieilles querelles*, 2016.
Jean Le Loeuff, *T. rex superstar*, 2016.
S. L. Macknik, S. Martinez-Conde, S. Blakeslee, *Ceci n'est pas un lapin*, 2016.
James Nestor, *Deep – Ce que l'océan nous apprend sur nous-même*, 2018.
Mary Roach, *La drôle de science des humains en guerre*, 2018.
Stéphen Rostain, *Amazonie, les 12 travaux des civilisations précolombiennes*, 2017.
Neil deGrasse Tyson, *Petite excursion dans le cosmos*, 2017.
Laurent Vercueil, *Chatouilles (et autres petits tracas neurologiques)*, 2017.
Daniele Vegro, *Anti-dictionnaire de physique*, 2016.
Carl Zimmer, *Planète de virus*, 2016.

Retrouvez nos ouvrages sur le site des éditions Belin :
www.belin-editeur.com

Le code de la propriété intellectuelle n'autorise que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » [article L. 122-5] ; il autorise également les courtes citations effectuées dans un but d'exemple ou d'illustration. En revanche « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » [article L. 122-4]. La loi 95-4 du 3 janvier 1994 a confié au C.F.C. (Centre français de l'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris), l'exclusivité de la gestion du droit de reprographie. Toute photocopie d'œuvres protégées, exécutée sans son accord préalable, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

AVANT-PROPOS

Les secrets des « étoiles nouvelles »

Je ferme les yeux et j'essaie d'imaginer l'explosion de l'étoile. C'est une supergéante rouge, grande comme le Système solaire. Son cœur ayant atteint une masse fatidique, la structure gigantesque s'effondre : le gaz de l'étoile, auparavant à l'équilibre, déferle comme une lame de fond vers le centre de l'astre. En quelques dixièmes de seconde, la densité du cœur augmente jusqu'à atteindre celle d'un noyau atomique, cent mille milliards de fois supérieure à celle de la matière autour de nous. Puis c'est le monumental rebond. Baaaaaaang ! Une onde de choc emporte tout sur son passage. Comme le tonnerre, cette onde est accompagnée d'un éclair surpuissant de lumière, et surtout d'autres particules presque invisibles. Cette explosion, c'est une supernova.

À vrai dire, un observateur qui aurait la malchance de se trouver dans les parages n'entendrait rien du tout. Pas de « bang », le

son ne se propageant pas dans le vide... Difficile, donc, avec nos sens limités, d'imaginer ce qui se passe. Mais l'éclair de lumière aveuglerait notre observateur malheureux. Ce même éclair porterait au loin le message de la disparition fulgurante de l'étoile. Loin dans l'espace, et loin dans le temps. Si loin que, pour reconstituer certains de ces événements, les chercheurs ont pu s'appuyer sur les chroniques d'anciennes civilisations. Ces explosions d'étoiles sont en effet si lumineuses qu'elles ont parfois été observées en plein jour ! La patience des observateurs anciens, ainsi que celle des chercheurs qui ont fouillé les archives du passé, ont finalement été récompensées : en puisant dans les chroniques chinoises et arabes de l'an 1006, on a pu reconstituer une des plus anciennes observations d'une explosion cosmique. Peut-être découvrirons-nous un jour, grâce à de nouvelles sources, d'autres traces écrites de ce type, encore plus anciennes ?

L'observation du ciel, chez ces anciennes civilisations, n'était pas une activité contemplative. La régularité du mouvement du Soleil, de la Lune et des étoiles faisait du ciel une énorme horloge grâce à laquelle on réglait toutes les activités de ces sociétés agricoles. La compréhension des cycles du Soleil et de la Lune, et donc la définition du calendrier, est la marque d'une première grande conquête humaine, donnant forme et mesure à un devenir qui restait auparavant indifférencié.

Mais comment alors interpréter tous les événements célestes qui ne rentrent pas dans ce schéma de rythmes réguliers, comme les éclipses, les comètes, les étoiles filantes et autres météores, ou encore le parcours apparemment erratique des planètes ? Et notamment, que penser des « étoiles nouvelles », ces astres qu'on voit s'allumer pendant quelques semaines et qui s'éteignent par la suite ? Ces phénomènes, par leur caractère apparemment chaotique et imprévisible, semblent évoquer

le déroulement de l'histoire humaine, avec ses événements soudains et apparemment inexplicables : famines, guerres, épidémies... Au point que des générations d'astronomes-astrologues ont étudié le ciel pour essayer de prédire le futur. Si l'astrologie n'a rien de scientifique selon les critères de la science moderne, l'ironie veut qu'on lui doive foule d'observations précieuses pour comprendre la nature des étoiles, comme celle des supernovas anciennes par les astronomes chinois depuis presque deux mille ans.

La deuxième vague d'observations de ces magnifiques « étoiles nouvelles » s'inscrit dans un moment charnière dans l'histoire de la pensée scientifique. Vers la fin du XVI^e siècle, le débat fait rage entre deux conceptions du monde. Dans l'une, héritée du Moyen Âge, le monde céleste et le monde terrestre n'ont rien à voir. Le premier, à l'image des sphères parfaites dont il est composé, est pur et incorruptible, tandis que le second est le siège du devenir, mais aussi de la fermentation, de la putréfaction et autres corruptions. Cette conception reflète une pensée religieuse et politique qui fait de l'un l'image de la divinité, et de l'autre le miroir du péché originel des hommes.

De puissantes figures telles Nicolas Copernic, Tycho Brahe, Galilée et Johannes Kepler défendront une autre conception du monde. Cette conception révolutionnaire, fondée sur de nouvelles observations, proclame entre autres que la matière sidérale et celle de la Terre ne font qu'une. Tandis que les débats entre les tenants de la nouvelle science et les partisans de l'ancienne vision du monde font rage, deux supernovas sont observées, en 1572 et 1604 ; des données expérimentales nombreuses et très précises sont collectées. Le résultat est sans appel : il s'agit de phénomènes qui ont lieu dans le cosmos très lointain, bien au-delà du monde sublunaire. Que le ciel montre des

signes de changements non périodiques est une observation clé. Vue à la lunette astronomique, la Lune révèle un profil irrégulier avec montagnes et cratères, et la présence de taches sombres sur le Soleil est indéniable ; ces astres ne peuvent plus être considérés comme parfaits. Désormais il est possible de comprendre par l'observation, par l'expérimentation et par les nouvelles théories physiques à la fois les phénomènes terrestres et ceux du ciel. C'est le début de l'extraordinaire aventure de la science moderne.

Malgré ces premiers succès, il faudra attendre plusieurs siècles avant d'identifier le mécanisme permettant aux étoiles d'émettre de la lumière pendant des millions, voire des milliards d'années. Si la matière des étoiles est la même que celle de nos expériences terrestres, elle s'y trouve dans des conditions extrêmes de densité et de température, au point de libérer de l'énergie par la fusion nucléaire – un processus qui n'est pas encore maîtrisé sur Terre. Ce n'est que dans les années 1930 que ces conditions extrêmes deviendront accessibles, grâce aux dernières avancées de la physique quantique et de la physique nucléaire. Rapidement, on s'intéresse alors au devenir des étoiles à la fin de leur cycle de production d'énergie. On commence ainsi à comprendre la nature d'objets aussi exotiques que les naines blanches, les étoiles à neutrons et les trous noirs. Les avancées techniques rendent possible la recherche de supernovas dans d'autres galaxies. D'un phénomène rarissime (quelques-unes par millénaire), ces explosions deviennent assez fréquentes pour faire l'objet d'une étude méthodique. L'astronomie traditionnelle est mobilisée, mais aussi l'exploration du ciel à d'autres longueurs d'onde, avec les ondes radio, puis les rayons X et gamma ; une image plus détaillée émerge progressivement.

Une supernova est un des phénomènes les plus énergétiques et spectaculaires de l'Univers. Elle correspond à un cataclysme qui détruit l'étoile en question. Mais, comme c'est souvent le cas, la destruction s'accompagne d'une création nouvelle et singulière. Comme dans un creuset d'alchimiste, la matière se transforme et des atomes nouveaux voient le jour. L'or, l'uranium, le plomb qu'on trouve sur Terre, et jusqu'au fer qui entre dans la composition de notre sang, sont le produit d'anciennes explosions, directement ou indirectement liées aux supernovas. De plus, l'énorme énergie libérée par les supernovas pourrait avoir bien d'autres conséquences... Il est probable que l'explosion accélère des particules comme les électrons et les protons à des énergies très élevées : ce serait l'origine des rayons cosmiques, cette pluie de particules de hautes énergies qui bombarde la Terre et explique une partie de la radioactivité terrestre. La variabilité du génome, qui est une des conditions essentielles pour l'évolution du vivant, serait en partie le fruit lointain de ces phénomènes singuliers.

En poussant la matière dans ses derniers retranchements, les supernovas constituent donc un formidable laboratoire pour tester nos théories à une échelle hors d'atteinte par les moyens techniques terrestres. L'étude de ces chaudrons cosmiques constitue une branche particulièrement active de la science contemporaine, à la confluence de plusieurs disciplines dont la physique nucléaire, la physique des particules et l'astrophysique. Le dernier défi en date ? Bâtir un modèle quantitatif de ces explosions, en mobilisant la puissance de calcul des superordinateurs.

Les progrès dans notre compréhension de ces cataclysmes stellaires sont constants, mais des nombreux problèmes et zones d'ombre persistent. L'observation des supernovas sous de nouveaux angles apportera des éléments nouveaux et peut-être décisifs. Malgré la puissance de l'éclat de lumière, dans

SUPERNOVA

nombre de ces explosions, 99 % de l'énergie est en effet emportée par un flash de neutrinos, des particules neutres, élusives et encore imparfaitement connues par les physiciens. De gigantesques observatoires souterrains de neutrinos, dont certains sont en fonctionnement et d'autres encore plus grands sont en construction, fourniront peut-être certaines pièces manquantes du puzzle. D'autres messagers comme les ondes gravitationnelles pourraient aussi contribuer à ces études.

La pensée antique imaginait des influences mystérieuses entre le monde des étoiles et celui des hommes. Fausse sur le fond, cette idée portait néanmoins un grain de vérité : il se manifeste bien des influences des étoiles sur le monde terrestre, bien sûr de toute autre nature que celles postulées par l'astrologie. En effet, l'espace le plus lointain et notre monde terrestre sont bâtis avec la même matière et soumis aux mêmes lois, et de ce fait liés. Ce lien qui attache les hommes et leur Terre aux étoiles et à l'espace est le fil conducteur de l'histoire que je vais raconter dans ce livre. Ensemble, nous allons retracer quelques étapes de ce long voyage qui a conduit les hommes à comprendre la matière des étoiles à partir de la matière terrestre, et vice versa. Mais nous allons aussi suivre le voyage de la matière qui, lors d'un long processus, se fait d'abord Big Bang, puis nuage, puis étoile, crée les atomes les plus lourds, explose puis se condense en planètes, s'agrège et se reproduit dans des formes vivantes. Comme les deux brins de l'ADN qui s'entrelacent pour porter une information génétique unique, ces deux voyages n'en font qu'un seul.

CHAPITRE 1

L'étoile frappe aux portes de l'Histoire

*Ou comment les chroniques anciennes
et les astronomes amateurs
ont pu contribuer au développement scientifique*

« Je décrirai maintenant un spectacle que j'ai vu au début de mes études. Il est apparu dans le signe zodiacal du Scorpion, en opposition au Soleil. Le Soleil ce jour-là était à 15 degrés dans la constellation du Taureau et le spectacle dans le quinzième degré du Scorpion. Il s'agissait d'un grand corps circulaire, de deux fois et demie à trois fois plus grand que Vénus. Le ciel était éclairé par sa lumière. L'intensité de sa lumière était un peu plus d'un quart de celle de la Lune. Elle est restée là où elle était et se déplaçait avec son signe zodiacal jusqu'à ce que le Soleil soit en sextile [c'est-à-dire à 60 degrés de distance] quand elle disparut soudainement... »¹

Ainsi parle Ali ibn Ridwan, médecin et astronome égyptien du XI^e siècle, dans son commentaire au *Tetrabiblos* de Ptolémée,

une œuvre antique d'astrologie. Ce qu'il décrit est le spectacle merveilleux et terrifiant d'une nouvelle « étoile » d'une intensité inédite. Elle est restée visible pendant trois ans ; elle était observable même le jour, et projetait des ombres au sol la nuit. Selon les spécialistes, il s'agit de l'étoile lointaine la plus lumineuse jamais observée par l'humanité depuis qu'elle écrit son histoire.

Ali ibn Ridwan, fils d'un boulanger pauvre du Caire, eut la chance de faire des études grâce à l'exceptionnelle vitalité culturelle et scientifique du monde arabe de l'époque. Au Caire, en particulier, le calife Al-Hakim avait fondé Dar-Ilm, la Maison des Connaissances, une bibliothèque doublée d'une université informelle et ouverte où tout le monde avait le droit de venir lire des livres, les copier, étudier et suivre des cours dans différentes disciplines comme la médecine ou l'astronomie. Ibn Ridwan se spécialisa dans la médecine, mais se plaignait du mauvais niveau de ses enseignants qui se contentaient de lui faire apprendre par cœur des textes, sans y ajouter rien de plus – au point qu'il préféra étudier directement les auteurs grecs comme Galien ou Ptolémée. Il laissa presque une centaine d'œuvres, notamment dans le domaine, déjà controversé à l'époque, de l'astrologie. Les intellectuels européens du Moyen Âge ne redécouvrirent les œuvres de l'Antiquité qu'à partir des traductions et des commentaires des auteurs arabes, comme ceux qu'Ibn Ridwan utilisa ou qu'il écrivit lui-même.

Le mystérieux spectacle dont il fut le témoin fut observé en 1006 dans nombreuses civilisations avancées de l'époque comme la Chine ou le Japon. Et l'Europe ? Celle-ci peinait à se relever des bouleversements profonds qui se produisirent pendant le haut Moyen Âge – guerres avec leur cortège de destructions, maladies et famines. Les grandes villes jadis florissantes sont devenues presque désertes. C'est dans un monastère – on

peut penser à celui, célèbre, du roman *Le Nom de la Rose* pour en imaginer le contexte historique – qu'on trouve une autre trace de la mystérieuse étoile. En effet, pour l'année 1006, les annales de l'abbaye de Saint-Gall, en Suisse, contiennent ces quelques lignes :

« Une nouvelle étoile de luminosité insolite est apparue, d'aspect scintillant, aveuglant les yeux et provoquant la peur. De façon merveilleuse elle était parfois plus petite, parfois plus étendue et s'éteignait par la suite. Elle a été vue ainsi pendant trois mois dans les régions les plus éloignées du sud, au-delà de toutes les constellations qu'on voit dans le ciel. »

Déchiffrer ces quelques lignes dans le manuscrit original, même en n'ayant pas perdu tout son latin d'écolier, n'est pas une mince affaire. En effet, pour écrire un peu plus vite, les copistes du Moyen Âge avaient développé un système d'abréviations et de contractions tout aussi astucieux que cryptique ! Un *n* avec une barre superposée signifie non, un *u* barré signifie *um* – désinence courante –, et ainsi de suite. J'ai dû me frotter moi-même à ces difficultés pour vous proposer la traduction ci-dessus. Alors que je me battais contre une série de signes diaboliquement ardue, je n'ai pu m'empêcher d'avoir une pensée pour ce moine anonyme qui nous a laissé des informations si importantes de sa belle écriture régulière. Si son abbaye a bien subi un incendie, j'espère que, à la différence de Malachie, le frère bibliothécaire dans le roman d'Umberto Eco, ce moine n'a pas été empoisonné peu après...

En tout cas, du Japon à l'Europe, l'apparition de cet astre a dû frapper les esprits. Pour preuve, dans les mêmes annales, une grave épidémie de peste qui dévaste la population de régions entières l'année suivante, en 1007, n'a droit qu'à une brève ligne... Au passage, notons la grande différence de

registre entre l'observateur arabe, qui, semblable en cela à un scientifique moderne, précise la position dans le ciel de l'astre et sa luminosité relative, et celle du moine chroniqueur, qui se limite à des appréciations plutôt vagues.

Le lecteur sera peut-être surpris à l'idée que les astronomes d'aujourd'hui se soient lancés dans l'étrange chasse au trésor consistant à relire des chroniques poussiéreuses comme celle d'Ibn Ridwan et celle de moines du Moyen Âge. Pourquoi fouiller le passé ? Ils ont à leur disposition le ciel étoilé et toute une panoplie d'instruments modernes et sophistiqués ! La réponse à cette question vient du fait que, malgré cet arsenal technique, il n'est simplement pas possible de remonter le temps et d'observer la lumière émise par le même astre il y a mille ans. Une étude complète de l'évolution des étoiles nécessiterait de les suivre pendant des centaines de milliers, voire des millions d'années... Toutefois, certaines phases de cette évolution sont très rapides ; et le cas d'un processus suivi sur plusieurs siècles, voire sur plusieurs millénaires est une perle rare. Les observations historiques fournissent donc une importante contribution.

Dans ces archives du passé, la plupart des événements cosmiques enregistrés concernent des éclipses, des alignements particuliers des planètes et des passages de comètes, c'est-à-dire des phénomènes propres au Système solaire. Dans ce livre, nous nous intéresserons plutôt à ce qui se passe au-delà (rappelons que l'étoile la plus proche du Système solaire est Proxima Centauri, située à une distance 268 000 fois supérieure à la distance entre la Terre et le Soleil), et en particulier à certaines étoiles dont la luminosité varie soudainement. Le nom générique pour les désigner est celui de *nova*, qui signifie « neuve » en latin : en effet, les premiers observateurs pensaient avoir affaire à une étoile nouvellement apparue dans le ciel.

Les scientifiques connaissent un certain nombre de novas de types différents ; elles correspondent essentiellement à des étoiles dotées d'un compagnon qui leur cède de la matière, ce qui provoque, de temps à temps, un sursaut de lumière. Malgré la démesure de la quantité de matière, de l'énergie et de la lumière mises en jeu, aucun de ces événements n'entraîne la mort de l'étoile, et tout rentre dans l'ordre en quelques jours ou semaines. Certains sursauts racontent une tout autre histoire, au bout de laquelle le destin de l'étoile est scellé. C'est le cas de l'étoile mystérieuse de Ibn Riwad, qui est, comme vous l'aurez deviné, une supernova. À la différence des simples novas, les supernovas sont des explosions qui détruisent complètement l'étoile. Les quantités d'énergie émises sont gargantuesques : pendant quelques mois, une supernova émet presque autant de lumière que toute une galaxie, qui comprend pourtant des centaines de milliards d'étoiles ! Voir une supernova s'allumer dans le ciel, et briller autant que Vénus ou qu'un quartier de Lune : ce spectacle a dû être tellement grandiose et étrange qu'on comprend aisément pourquoi la plupart des observateurs en ont tiré des présages terrifiants. La seule comparaison que je peux faire avec ma propre expérience – une bien pâle comparaison ! – est celle du passage de la comète Hale-Bopp, en 1997 : je me souviens encore, plus de vingt ans après, de ce spectacle féerique...

Revenons à notre chasse au trésor dans le passé. Comment repérer les mentions de supernovas ? Depuis des siècles, les astronomes se sont penchés sur les annales astronomiques anciennes, aidés en cela par les spécialistes des civilisations les plus diverses. Il s'agit d'un travail très long, car il faut passer au crible une grande quantité de textes dans un corpus qui n'est pas nécessairement bien défini. Les observateurs européens du Moyen Âge, par exemple, n'avaient pas de mot précis

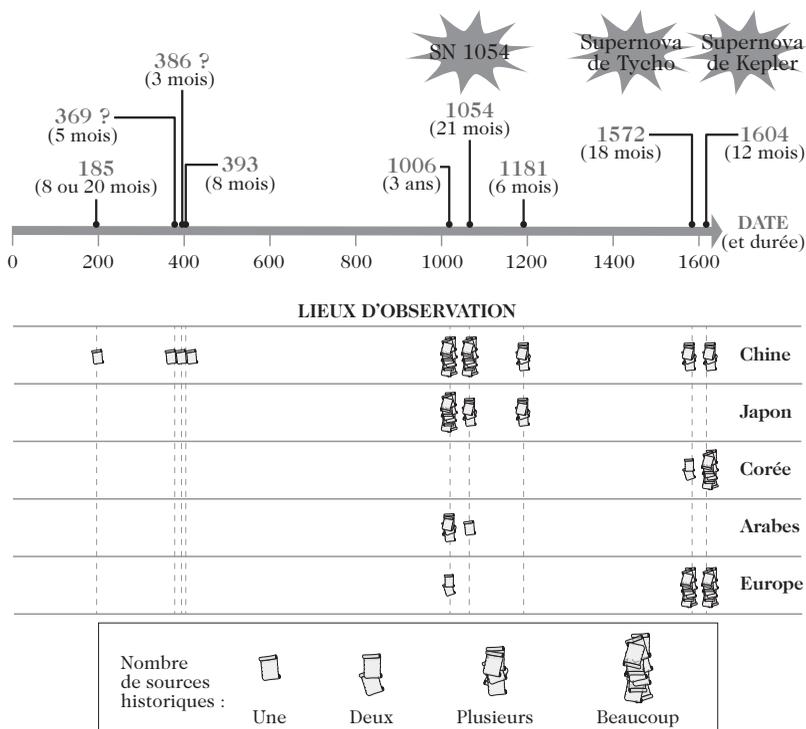
pour désigner une comète : quand ils mentionnent une étoile nouvelle, il faut donc exclure toutes les comètes connues (certains réapparaissant périodiquement) ou décrites comme telles par d'autres peuples avant de faire l'hypothèse qu'il s'agit d'une supernova. Les anciens astronomes chinois et japonais parlaient plutôt d'étoile « invitée » et la repéraient, d'ailleurs assez précisément, par rapport à leurs constellations.

Malgré toutes ces difficultés, les chercheurs ont pu avancer en s'appuyant à la fois sur l'expérience des historiens et sur les caractéristiques propres à ces phénomènes. Rendons surtout hommage aux générations d'observateurs chinois qui nous ont légué un formidable trésor : un catalogue qui démarre à l'époque Han, au 1^{er} siècle après J.-C., et qui court sur presque deux mille ans et vingt-six dynasties ! Certaines supernovas ont été vues par plusieurs observateurs indépendants ; le recouplement des données assure la fiabilité de l'observation. Ainsi, même les quelques lignes un peu vagues du moine de l'abbaye de Saint-Gall sont précieuses : elles signalent que la supernova était visible dans les régions les plus au sud de la voûte céleste (*in intimis finibus austri*), et grâce à la connaissance du relief près de l'abbaye, on est capable de restreindre la zone du ciel en question. Dans la plupart des cas, celle-ci peut être délimitée de façon significative. Un autre critère réduit le champ des recherches : on relève dans les observations anciennes seulement les « novas » de longue durée, au moins quelques mois, ce qui permet de sélectionner les supernovas.

La fouille de tout ce corpus a finalement produit une liste relativement bien établie de supernovas, résumée sur la figure ci-contre. Il ne recense qu'une poignée d'observations, ce qui les rend d'autant plus précieuses. Les plus récentes, celles du XVI et XVII^e siècle, seront discutées dans le prochain chapitre. Ce travail de fourmi a été récompensé : en pointant leurs ins-

L'ÉTOILE FRAPPE AUX PORTES DE L'HISTOIRE

truments les plus sensibles dans les régions du ciel suggérées par leurs collègues du temps jadis, les astronomes ont retrouvé les traces de ces explosions. Plusieurs siècles plus tard, ils observent à présent des objets étendus et étranges, qui brillent, émettent des ondes radio et des rayons gamma. Ces objets aux leurs évanescences posent aux chercheurs autant d'énigmes... Ce sont les rémanents des supernovas, qui seront décrits dans la suite de ce livre (voir p. I à V, cahier central).



Anciennes observations de supernovas selon des sources chinoises, coréennes, japonaises, arabes et européennes. La supernova de 1054 a donné lieu à la nébuleuse du Crabe.

SUPERNOVA

Les anciennes civilisations cachent-elles d'autres observations de supernovas, enfouies dans le sol ou sur les étagères oubliées d'une archive ? Des documents pourraient être liés à une observation encore plus ancienne (voir figure ci-dessous). Que penser par exemple d'une peinture rupestre du Nouveau-Mexique (Chaco Canyon, États-Unis), qui montre un croissant de lune et une étoile ? Cette représentation a été réalisée vers le XII^e siècle par le peuple amérindien des Anasazi. Malheureusement, ces derniers ne connaissaient pas l'écriture, et aucun rapprochement plus précis n'est envisageable.



Le premier document connu qui mentionne une nova ou peut-être une supernova. Sur un os oraculaire chinois (utilisé dans une forme de divination), qui date de 1300 avant notre ère, on lit « Le septième jour du mois, une nouvelle grande étoile est apparue en compagnie d'Antares. »

Plus intéressante est l'évocation par l'auteur latin Pline l'Ancien (23-79 apr. J.-C.) d'une étoile nouvelle observée par un des pères de l'astronomie grecque, Hipparque (190-120 av. J.-C.) :

« Hipparque [...] observa de son vivant une étoile nouvelle. Le mouvement de l'étoile pendant qu'elle rayonnait l'incita à se poser la

question si cela n'était pas un événement fréquent et si les étoiles que nous pensons fixes n'étaient pas aussi en mouvement ; en conséquence il fit quelque chose d'audacieux, qui serait répréhensible même pour un Dieu. Il osa numéroter les étoiles pour la postérité, en donnant à chaque astre un nom dans une liste et imaginant des moyens pour repérer leurs positions successives et leurs grandeurs. De cette façon, depuis ce temps-là, il aura été possible non seulement de déterminer si les étoiles meurent ou naissent, mais aussi si certaines sont en mouvement et aussi si elles augmentent ou diminuent de grandeur. Il a ainsi laissé le ciel en hérité à toute l'humanité [...] ! »²

Il est peu probable que l'astre observé par Pline soit une étoile. Le mouvement mentionné renvoie plus sûrement à une comète. Néanmoins l'effort d'Hipparque n'aura pas été vain. Pour repérer une étoile variable, il faut en effet comparer l'observation avec un catalogue. Celui dressé par l'astronome grec, comprenant 850 étoiles, fut un outil nécessaire à l'avènement de l'astronomie moderne (voir encadré p. 23). Et comme le dit Pline, cette œuvre, comme celle de nombreux savants du passé, est un magnifique héritage grâce auquel nous pouvons observer le ciel avec les yeux de son auteur.

Un autre aspect de ce legs nous permet de revenir aux supernovas. Des observatoires spécialisés dans la découverte de nouvelles supernovas ont bien évidemment vu le jour, mais il s'agit d'un des rares secteurs de la recherche scientifique où les amateurs ont encore un impact important et reconnu. Plusieurs organisations d'astronomes amateurs s'attachent aujourd'hui à la recherche des étoiles variables et des supernovas. Passer au crible le ciel dans toutes ses régions, nuit par nuit : voilà une entreprise encore plus gigantesque que le déchiffrement des annales astronomiques de toute l'humanité ! Si les astronomes professionnels ont les instruments les plus performants, l'armée des amateurs a pour elle le nombre et la patience. Comme le dit l'un d'eux à propos de ces

recherches : « il est facile d'en devenir dépendant, et plus on continue [à faire ces observations], plus il est difficile de revenir à une vie normale. »

Une des figures les plus singulières de ces férus d'astronomie est l'Australien Robert Evans, découvreur d'une quarantaine d'explosions d'étoiles. Il raconte comment il a commencé à s'intéresser à l'astronomie avec une lunette bricolée par son frère :

« Il m'a construit un télescope avec une lentille de théâtre qui avait une focale de presque 50 cm. Le reste du télescope consistait en une vieille lentille oculaire prise sur un microscope, des rouleaux de papier tenus ensemble par de la colle et un élastique, et un tube en carton dans lequel l'autre partie pouvait glisser pour la mise au point. L'observateur devait s'allonger sur le toit de la buanderie pour se glisser sous l'oculaire, le télescope étant pointé vers le ciel. »³

Un des problèmes rencontrés par Evans est le même que celui déjà noté par Hipparque : il faut une image de référence du ciel, pour pouvoir la comparer à l'image nouvelle et ainsi déterminer si une étoile nouvelle est apparue ou non. Après avoir vainement essayé de photographier le ciel, Evans aura recours à sa mémoire visuelle prodigieuse. Il pouvait ainsi observer et vérifier jusqu'à 120 galaxies par heure !

Les recherches d'étoile variables se poursuivent donc aujourd'hui.

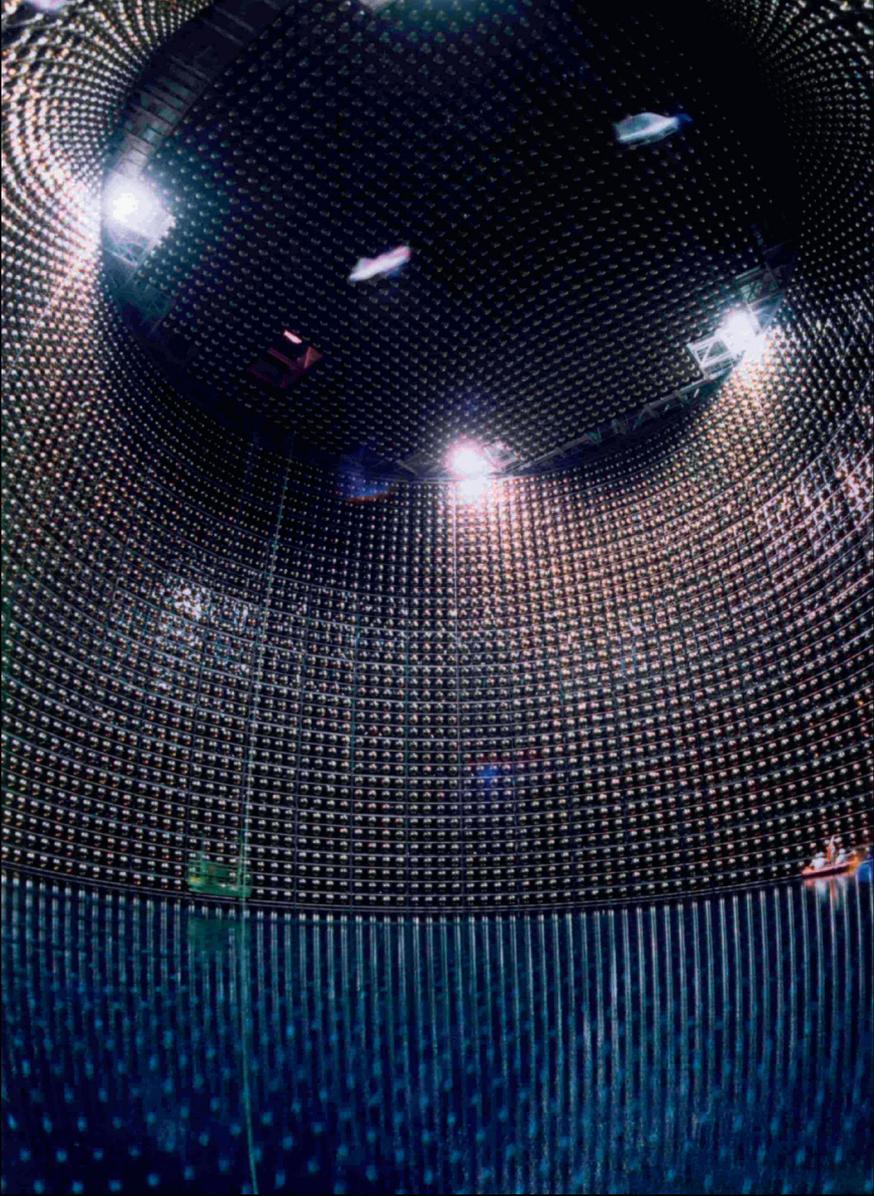
De l'aube de la civilisation humaine jusqu'à nos jours, à travers les figures de savants, médecins, moines, amateurs et chercheurs professionnels, l'étude de ces objets merveilleux jalonne donc notre histoire... Dans les prochains chapitres, pas à pas, nous nous approcherons autant que possible de la compréhension de ce qui se passe au cœur de l'étoile lors de l'explosion.

Chaque éclat a sa mesure

Dans son catalogue, Hipparque a introduit le concept de magnitude pour classer les étoiles selon leur luminosité, celles dites de « première grandeur » étant les plus brillantes, celles de « sixième grandeur » les plus faibles. En termes modernes, la magnitude mesure la puissance lumineuse reçue de l'objet céleste en question, par exemple dans le domaine du visible.

Cette échelle a deux caractéristiques : la première est d'être logarithmique, c'est-à-dire qu'un écart d'une unité en magnitude correspond à l'émission de 2,5 fois plus de lumière ; un écart de 5 à un facteur 100. La deuxième propriété est que l'échelle est inversée, les magnitudes les plus grandes correspondant aux luminosités les plus faibles. Pour donner quelques exemples, la pleine lune a une magnitude de -13, Vénus de -5, Véga de 0 et l'étoile polaire de 2. Avec sa magnitude estimée de -7, la supernova de 1006 était sans doute un spectacle céleste unique !

Les astronomes distinguent la magnitude *absolue* de la magnitude *apparente*. La magnitude apparente, dont nous venons de parler, est celle qui est mesurée sur Terre ; sa mesure est donc influencée par la distance à l'étoile. La magnitude absolue, quant à elle, caractérise la luminosité intrinsèque de l'étoile : par convention, elle correspond à la magnitude apparente que l'objet céleste aurait s'il était situé à une distance de référence de 32,6 années-lumière.



Le détecteur souterrain de neutrino Super-Kamiokande, au Japon. Il s'agit d'une grande cuve de 41 m de hauteur et 39 m de diamètre, remplie d'eau ultrapure. 11 146 photomultiplicateurs tapissent la surface intérieure. L'image a été prise lors d'une intervention pour remplacer certains éléments du détecteur, le bateau (visible à droite) étant le moyen le plus simple pour y accéder! Le détecteur est en fonctionnement depuis 1996. L'expérience précédente Kamiokande, dans le même site et fonctionnant avec la même technologie, a observé pour la première fois les neutrinos produits par une supernova, SN1987A.

