



## Restes de supernovæ

### *Pa 30, un reste de supernova inhabituel*

*Basé sur des communiqués Dartmouth College et University of Manchester*

De nouvelles images de la nébuleuse Pa 30 devraient aider les scientifiques à mieux comprendre un type rare d'événement astronomique et pourraient enfin confirmer l'identité d'une étoile brillante mais éphémère observée il y a près de 850 ans.

Ces images montrent la structure de la nébuleuse et fournissent non seulement l'estimation la plus précise à ce jour de son âge, mais pourraient également permettre aux astronomes d'affiner les modèles existants de fusion de naines blanches.

Pa 30 a été découverte en 2013 par un astronome amateur. Elle entoure l'étoile dite de Parker, l'une des étoiles les plus chaudes de la Galaxie. Jusqu'à présent, les images de la nébuleuse n'avaient montré qu'un objet extrêmement faible et diffus. Les images plus profondes permettent d'étudier sa composition chimique et de comprendre comment elle a obtenu son apparence remarquable.

*Pa 30 pourrait résulter de la fusion de deux naines blanches.  
(Robert Fesen)*

Ces nouvelles images de Pa 30 ont été obtenues fin 2022 à l'aide du télescope Hiltner de 2,4 mètres de l'observatoire MDM, près de Kitt Peak en Arizona.

L'étude s'appuie sur des travaux publiés en 2019 qui décrivaient une étoile extrêmement inhabituelle. Cette étoile présentait plusieurs propriétés suggérant la collision de deux naines blanches. Elle avait une température de surface de 200 000 K et soufflait un vent très violent.

En 2021, d'autres chercheurs avaient revisité ces premiers résultats et rapporté que Pa 30 avait environ 1000 ans et se trouvait à peu près au même endroit du ciel qu'une étoile « invitée » enregistrée en 1181.

Ces chercheurs avaient proposé que Pa 30 était la conséquence d'une collision de naines blanches il y a près d'un millénaire, mais ils donnaient une marge d'erreur de 300 ans.

Ces travaux se basaient sur des observations effectuées avec les télescopes spatiaux WISE, GALEX et XMM-Newton ainsi qu'avec le télescope de 2 m 10 de Kitt Peak.

L'âge de la nébuleuse avait été obtenu approximativement à partir de la vitesse d'expansion établie à 1100 kilomètres par seconde.

Des astronomes chinois et japonais avaient observé une étoile très brillante apparue soudainement dans le ciel et restée visible pendant environ six mois alors qu'elle s'estompeait lentement.

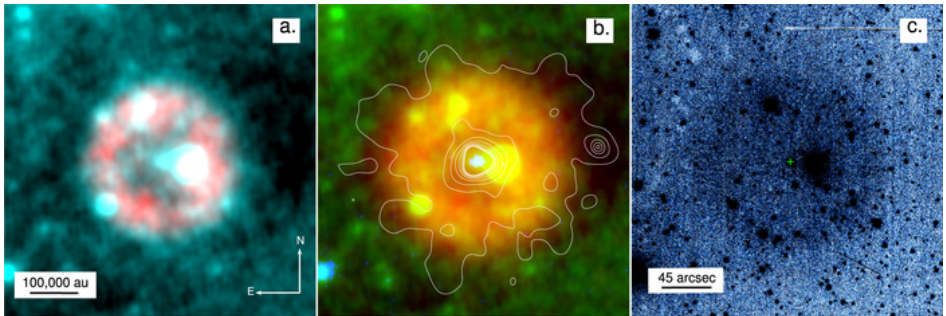
Les rapports historiques placent l'étoile invitée entre deux constellations chinoises, Chuanshe et Huagai. Cela correspond bien à la position de l'étoile de Parker dans la constellation moderne de Cassiopee.

Les nouvelles observations imposent une contrainte beaucoup plus stricte sur l'objet en précisant l'âge d'expansion, environ 850 ans, ce qui est parfait pour qu'il soit le reste de l'étoile invitée de 1181.

La structure et les caractéristiques inhabituelles de la nébuleuse correspondent au résultat prévu d'une collision entre des étoiles en phase terminale, des naines blanches. Ces astres extrêmement denses concentrent une masse comparable à celle du Soleil, dans un volume comparable à celui de la Terre. La fusion de deux naines blanches est l'une des explications proposées pour une sous-classe de supernovæ (le type Iax) dans lesquelles l'étoile n'est pas complètement détruite.

Pour les anciens astronomes, la nouvelle étoile aurait été aussi brillante, sinon plus, que Véga, la 5<sup>e</sup> étoile la plus brillante du ciel.

L'étoile invitée était suffisamment brillante pour que trois groupes distincts en Chine l'aient observée à quelques jours d'intervalle et qu'elle ait également été vue au Japon. Une étoile aussi brillante que Véga aurait été tout à fait perceptible. En l'absence de télévision, ils auraient facilement remarqué cette apparition soudaine d'une nouvelle étoile.



*Pa 30 dans trois domaines de longueur d'onde. (a) Image en fausses couleurs obtenues par le télescope spatial infrarouge WISE ; le bleu et le vert représentent une émission à 11  $\mu\text{m}$  et le rouge une émission à 22  $\mu\text{m}$ . Ici, les niveaux de la composante 22  $\mu\text{m}$  ont été ajustés pour renforcer la structure annulaire.*

*(b) Autre image en fausses couleurs combinant des données des télescopes spatiaux WISE et GALEX. Le vert représente à nouveau WISE à 11  $\mu\text{m}$  (comme dans le panneau de gauche) et le rouge WISE à 22  $\mu\text{m}$ , mais c'est l'émission étendue qui a été mise en évidence. L'étoile centrale ressort en bleu grâce aux données du télescope spatial GALEX dans le proche UV.*

*Les courbes de niveaux proviennent du télescope spatial XMM-Newton et montrent que la majorité de l'émission de rayons X provient du cœur de la nébuleuse.*

*(c) Image optique prise avec le télescope de 2 m 10 de Kitt Peak dans la longueur d'onde de l'oxygène OIII.*

*Les panneaux (a) à (c) sont reproduits à la même échelle angulaire et avec la même orientation. À la distance de Pa 30 obtenue par Gaia (environ 7000 années-lumière), une échelle angulaire de 45 secondes d'arc se traduit par environ 100 000 ua.*

*(A.Ritter et al. 2021, CC BY 4.0)*

## ***La superbulle locale***

*Basé sur un communiqué Cfa*

Les astronomes ont dévoilé une carte montrant la structure probable du champ magnétique de la bulle locale – une cavité d’un millier d’années-lumière de diamètre entourant le Soleil. Cette carte pourrait aider à répondre à des questions vieilles de plusieurs décennies sur les origines des étoiles et les influences des champs magnétiques dans le cosmos.

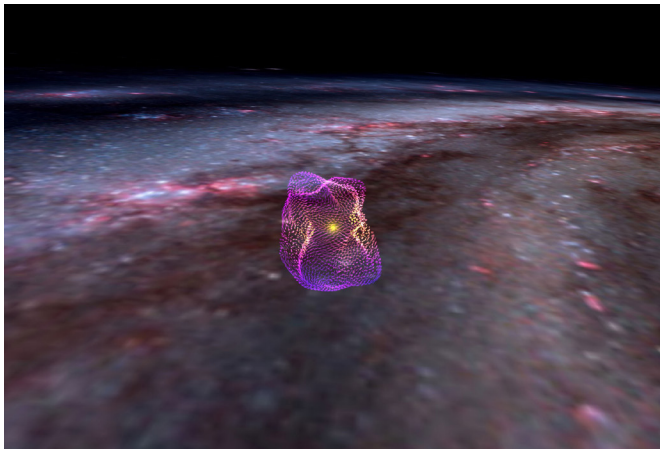
Notre galaxie regorge de ces superbulles engendrées par les explosions de supernovæ. Le gaz et la poussière se concentrent à leur surface, ce qui peut conduire à la formation de nouvelles étoiles et de planètes.

On sait depuis longtemps le rôle important des champs magnétiques dans de nombreux phénomènes astrophysiques mais leur étude est notoirement difficile. Les simulations numériques et les relevés globaux permettent enfin d’intégrer les champs magnétiques dans une vision plus large du fonctionnement de l’Univers, des mouvements de minuscules grains de poussière jusqu’à la dynamique des amas de galaxies.

C’est en 2020 que l’on a commencé à discerner la géométrie de la bulle locale. L’année suivante, les astronomes montrèrent que la surface de la bulle locale est un site de formation préférentiel des étoiles.

Ces études, ainsi que la nouvelle carte du champ magnétique 3D, se sont appuyées en partie sur des données de l’observatoire spatial Gaia. Ces données ont été combinées avec des données de Planck, un autre télescope spatial qui a effectué une étude de tout le ciel, en micro-ondes, de 2009 à 2013.

Les observations de Planck permettent de retracer les poussières et les champs magnétiques dans la Voie lactée grâce à la lumière polarisée. La polarisation est produite par des grains de poussière alignés selon les lignes de force magnétiques et permet donc d’estimer l’orientation du champ magnétique.



*(Theo O’Neill / World Wide Telescope)*

La cartographie des lignes de champ magnétique a permis aux chercheurs de compiler une carte 2D du champ vu de la Terre. Afin de projeter cette carte en trois dimensions spatiales, les chercheurs ont fait deux hypothèses clés. D’une part, la poussière interstellaire produisant la polarisation se trouve en majorité à la surface de la bulle locale. D’autre part, le champ magnétique accompagne la surface de la bulle à mesure qu’elle se dilate.

L’équipe de recherche a ensuite comparé la carte résultante aux caractéristiques le long de la surface de la bulle locale. Les exemples comprenaient l’enveloppe Per-Tau, une région sphérique géante de formation d’étoiles, et le complexe de nuages moléculaires d’Orion, une autre pépinière stellaire de premier plan.

L’influence des champs magnétiques est souvent négligée dans beaucoup de simulations astrophysiques, généralement en raison de sa grande complexité. On laisse ainsi souvent de côté un facteur clé contrôlant les mouvements de gaz dans l’Univers. Ces mouvements incluent le gaz tombant sur les étoiles en formation et les jets qu’elles émettent. Même si l’effet des champs magnétiques semble minuscule dans l’environnement de faible densité où se forment les étoiles, son accumulation sur des millions d’années peut s’avérer très importante.

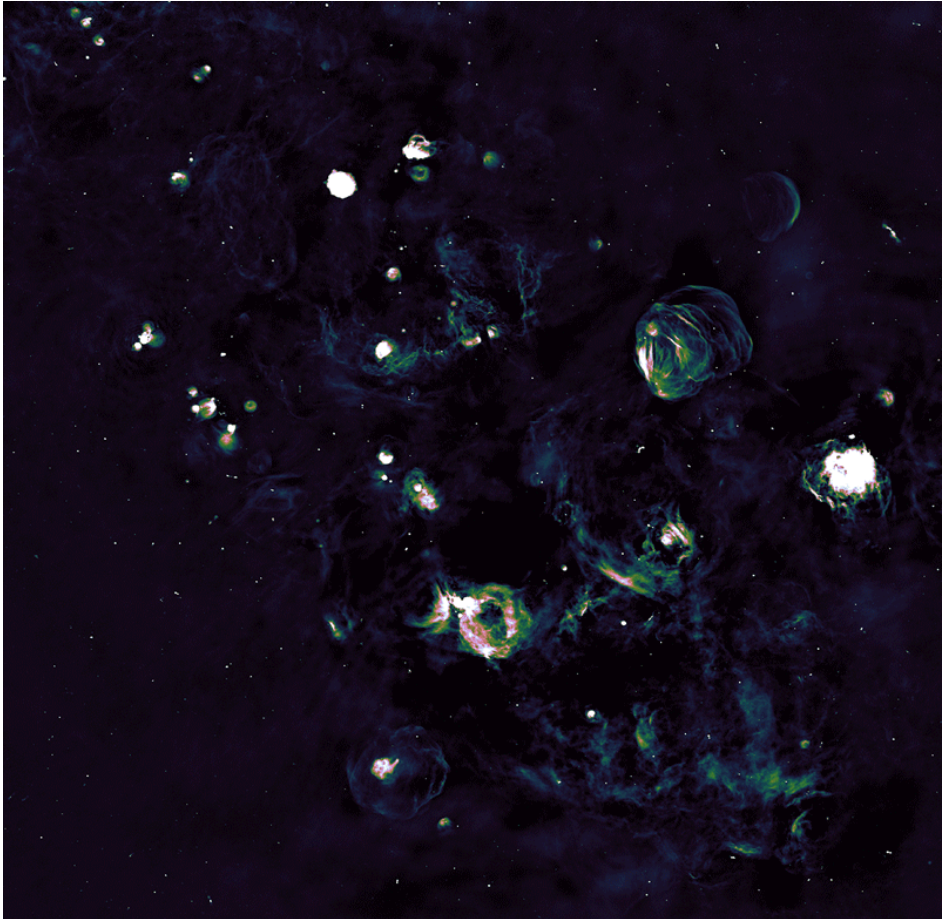
## ***De nouveaux restes de supernovæ***

*Basé sur un communiqué CSIRO*

Les astronomes ont décelé les restes d'une vingtaine de supernovæ galactiques grâce à des observations radio détaillées, un résultat qui présage de nombreuses autres découvertes de même nature. Les nouvelles observations radio ont été réalisées dans le cadre de la campagne PEGASUS – l'un des nombreux projets s'appuyant sur le projet EMU (Evolutionary Map of the Universe) et le projet POSSUM (Polarisation Sky Survey of the Universe's Magnetism), qui utilisent tous

***L'image montre cinq des vingt et un restes de supernova récemment découverts, dont un en forme de huit, visible faiblement en haut à gauche. La photo a été prise le long de l'un des bras en spirale de la Voie lactée, le bras de Norma, près du centre galactique dense, où la poussière et le gaz obscurcissent fortement la lumière visible. Les couleurs représentent la température, le violet désignant les régions les plus froides, suivi du bleu, du vert et du rouge, le blanc soulignant les parties les plus chaudes.***

***(R. Kothes (NRC) et l'équipe PEGASUS)***



deux ASKAP (Australian Square Kilometre Array Pathfinder) pour sonder le cosmos.

PEGASUS a terminé ses observations pilotes et vise à observer l'ensemble du ciel austral à l'aide du télescope Parkes dans les deux prochaines années.

Des observations radio d'une grande partie du plan galactique de la Voie lactée ont été menées avec ces instruments, et l'image est la première résultant de cette collaboration. Sa clarté laisse entendre que cette enquête pourrait être en mesure de répondre à la question de savoir où sont passés tous les restes de supernova.

Cette question préoccupe les astronomes depuis un certain temps. Les modèles prédisent qu'en raison de l'âge et de la densité de la Voie lactée, nous devrions voir les restes de très nombreuses étoiles. Cependant, nous n'avons pas encore eu de télescopes suffisamment sensibles pour en détecter beaucoup. Si des centaines ont déjà été trouvés à travers la Voie lactée, les astronomes pensent qu'ils n'ont observé qu'environ un cinquième du nombre total qui serait de l'ordre de 1500.

On estime qu'une supernova éclate dans la Voie lactée environ tous les 100 ans. Ces

explosions violentes marquant la fin des étoiles massives peuvent éjecter de vastes nuages de poussière et de gaz sur des années-lumière. Ces restes peuvent persister pendant des milliers d'années avant de se dissiper. L'étude de ces vestiges peut révéler des informations utiles sur la Galaxie, car ils contiennent souvent des éléments lourds qui donnent naissance à d'autres étoiles, planètes et même à la vie elle-même.

La nouvelle image montre une région de la Voie lactée, uniquement visible en ondes radio, où l'on distingue l'émission de l'hydrogène gazeux remplissant l'espace entre les étoiles mourantes, les émissions liées à la naissance de nouvelles étoiles, et les bulles de gaz chaud des vestiges de supernova.

Une vingtaine de candidats restes de supernova ont été découverts dans ce premier champ, là où l'on n'en connaissait que sept auparavant.

In fine, le projet donnera une vue sans précédent d'une bonne partie de la Voie lactée, environ cent fois plus grande que cette image initiale, mais atteignant le même niveau de détail et de sensibilité.



*Antennes du réseau ASKAP au Murchison Radio-astronomy Observatory à Inyarrimanha Ilgari Bundara. (CSIRO)*