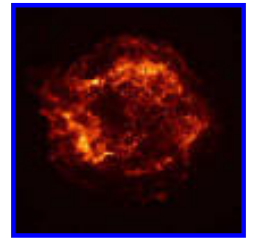


# Explosion radioactive dans Cassiopée

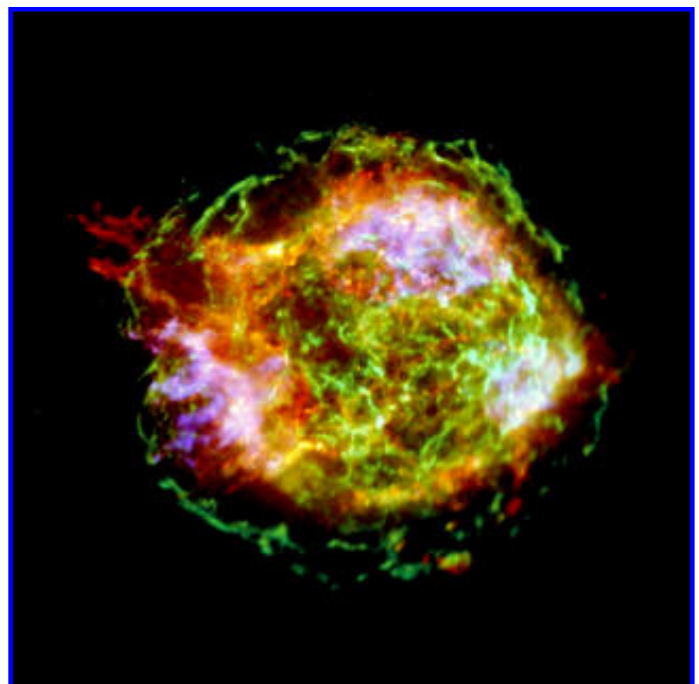
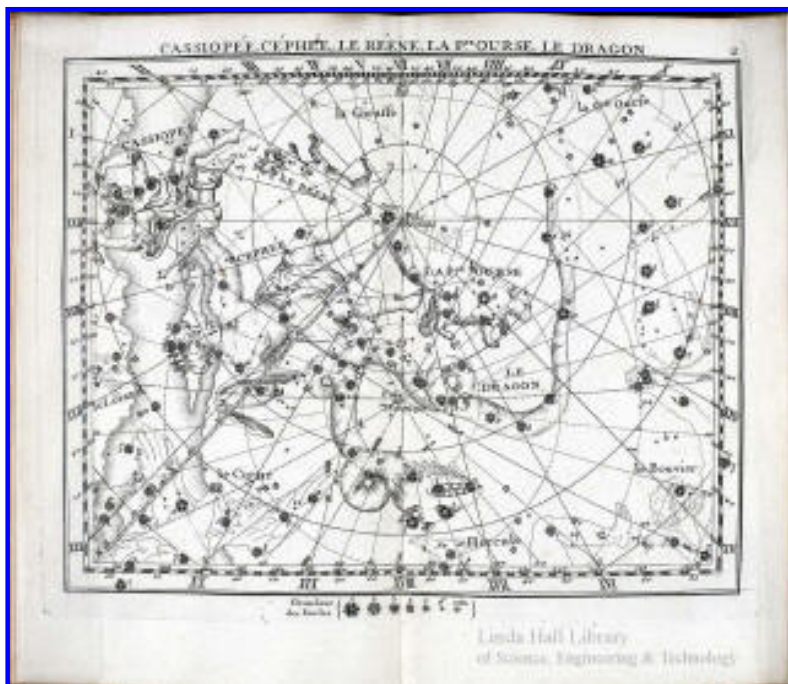
*Le satellite INTEGRAL mesure le titane radioactif d'une étoile morte (09 octobre 2006)*



Une collaboration internationale conduite par des astrophysiciens du [Service d'Astrophysique](#) du [CEA-DAPNIA](#), vient de mesurer avec précision la quantité d'un élément radioactif (le titane 44) dans les vestiges d'une explosion d'étoile survenue vers l'an 1670 dans la constellation de Cassiopée. C'est grâce à la caméra à rayons gamma [IBIS/ISGRI](#), conçue au CEA et placée à bord du [satellite INTEGRAL](#), que les scientifiques ont pu mesurer pour la première fois avec exactitude l'énergie des rayons gamma produits par la radioactivité dans la plus récente explosion d'étoiles connues dans notre Galaxie, baptisée Cassiopée-A (Cas-A). Plus de trois millions de secondes d'observations ont été nécessaires pour déduire la quantité de titane produite par l'explosion, plus de 50 fois la masse de la Terre, une quantité exceptionnellement élevée. Ces résultats sont publiés dans la revue "[Astrophysical Journal](#)" et font l'objet de la thèse de Mathieu Renaud du 9 octobre 2006

## L'explosion silencieuse

L'explosion d'étoile ou "supernova" qui a donné lieu au vestige nébuleux baptisé Cassiopée-A (Cas-A) encore visible aujourd'hui dans la constellation de Cassiopée est une des plus mystérieuses. Elle a été re-découverte en 1947 par des radio-astronomes anglais comme la source radio la plus intense du ciel en dehors du Soleil. Situé à environ 10 000 années-lumière de la Terre, ce reste de supernova est aujourd'hui une gigantesque bulle de gaz chaud en expansion s'étendant sur plus de 15 année-lumière (soit environ 5 fois que la distance qui nous sépare de la plus proche étoile). Elle résulte de l'explosion d'une étoile massive. La vitesse d'expansion de cette bulle permet de dater assez précisément l'explosion à une date proche de 1670. Il s'agit de la plus récente explosion connue dans notre Galaxie mais à la différence de la majorité des autres "supernovae", elle semble ne pas s'être signalée dans le ciel par un phénomène lumineux intense. On a longtemps pensé que l'astronome anglais John Flamsteed avait signalé son existence en 1680 dans son catalogue mais la position et la date de l'objet lumineux ne semble finalement pas correspondre. Contrairement aux autres supernovae, l'explosion de Cas-A aurait donc été "silencieuse", sans émission notable de lumière visible, une énigme pour les astrophysiciens.



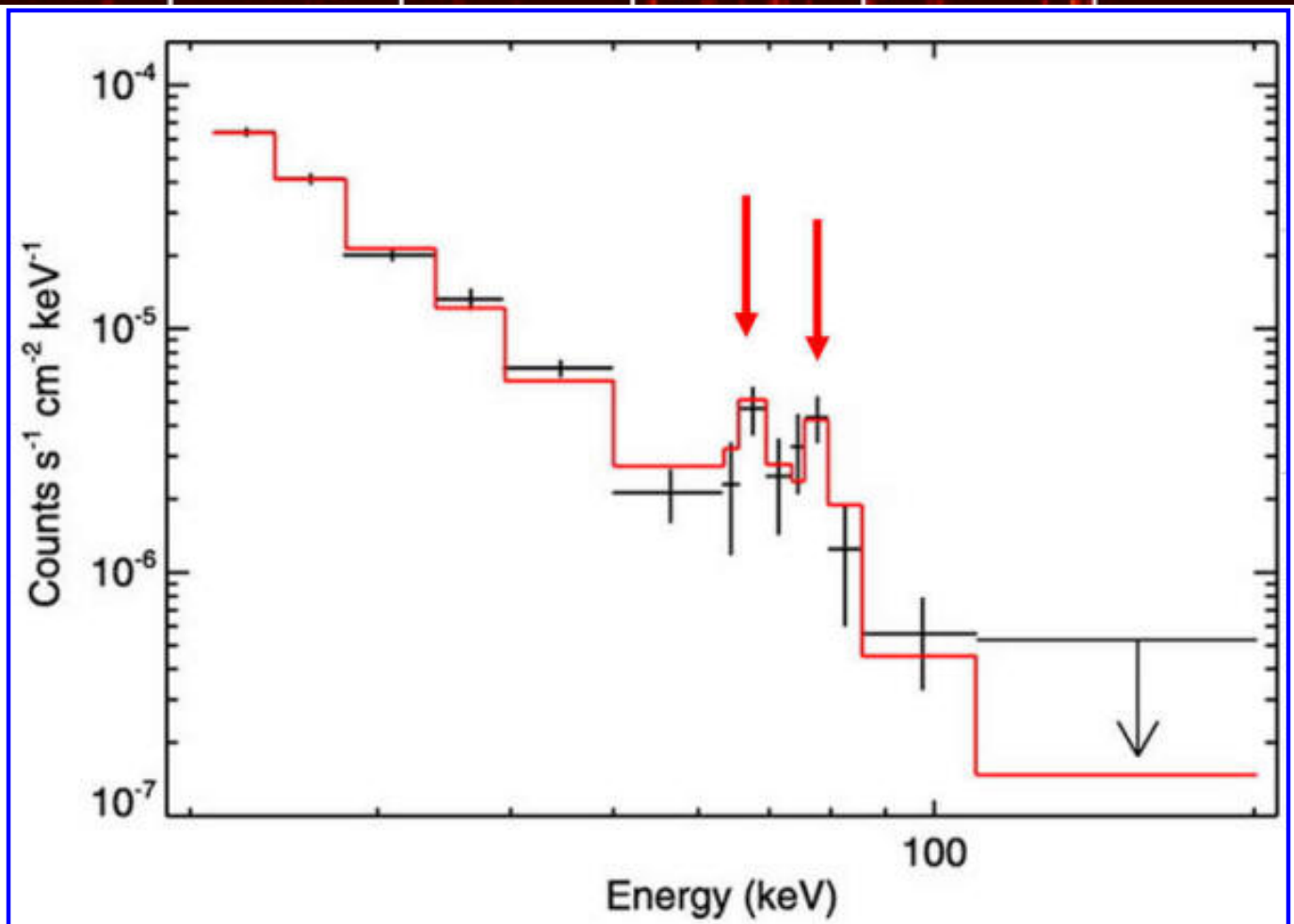
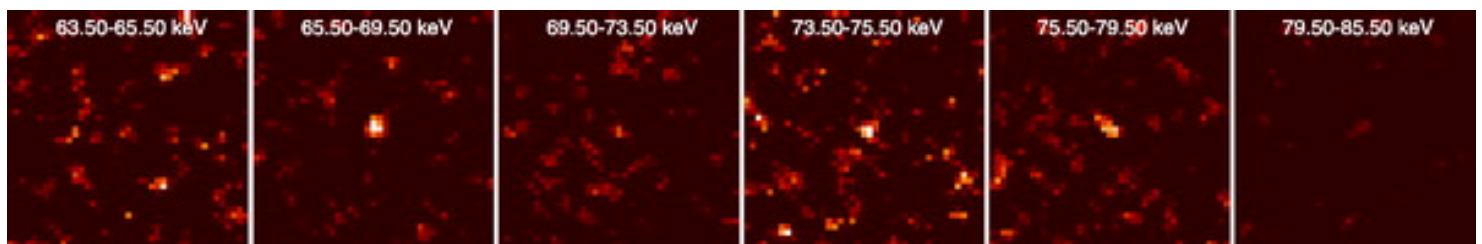
Carte du ciel établie par John Flamsteed en 1776 Dans la région de Cassiopée, l'astronome avait cru distinguer une "nouvelle étoile" ou "supernovae" mais la position ne semble pas correspondre avec Cas-A. Crédits [Linda Hall Library](#).

Carte des restes de l'explosion de Cas-A établie en rayons X par le satellite Chandra en 2004. Les (fausses) couleurs représentent la répartition des éléments chimiques (rouge=silicium, bleu=fer)..

## Réactions explosives

Les données modernes, principalement obtenues par les satellites à rayons X, [Chandra](#) et [XMM-Newton](#), sont venues confirmer que l'enveloppe de gaz en expansion contenait bien les éléments chimiques (fer, silicium, calcium,..) produits au coeur de l'étoile massive qui a explosé mais la preuve directe de l'explosion ne peut s'obtenir que par la mesure des éléments radioactifs produits en grand nombre lors de la déflagration. Les collisions et fusions entre noyaux produisent alors en majorité du nickel ( $^{56}\text{Ni}$ ) et du titane ( $^{44}\text{Ti}$ ) radioactifs qui se désintègrent plus ou moins lentement en émettant des rayons gamma d'énergies caractéristiques.

La caméra [IBIS/ISGRI](#) à bord d'INTEGRAL est un instrument particulièrement adapté pour la mesure du titane car elle peut fournir une image précise du rayonnement émis par la désintégration de cet élément qui se transforme d'abord en scandium ( $^{44}\text{Sc}$ ) puis en calcium ( $^{44}\text{Ca}$ ), libérant des rayons gamma d'énergies précises de 67.9 et 78.4 [Kilo-electronvolt \(KeV\)](#)[1].



En haut: la carte de Cas-A établie à différentes énergies grâce à la caméra /IBIS En bas, le spectre global ( nombre de rayons gamma en fonction de leur énergie). Les rayons gamma produits par la réaction de désintégration du titane radioactif ( $^{44}\text{Ti}$ ) sont visibles par les deux excès (67.9 et 78.4 KeV) marqués par les flèches, également visibles sur les images correspondantes. Crédits CEA/Sap.

Les images obtenues pour la première fois par [IBIS/ISGRI](#) à ces énergies, à l'issue d'une longue observation de plus de trois millions de seconde, ont révélées l'existence des rayons gamma issus du titane et permis de calculer la quantité totale de cet élément produit dans l'explosion. La présence de titane radioactif avait déjà été suggérée par [le satellite GRO](#) en 1994 et par [le satellite BeppoSax](#) en 2001 mais l'observation du [satellite INTEGRAL](#) est la première à fournir une identification sans ambiguïté de la présence de cet élément chimique. Cette matière radioactive est la source actuelle d'énergie qui contribue à illuminer la matière éjectée par l'explosion mais la quantité totale mesurée, de l'ordre de 50 fois la masse de la Terre, est particulièrement élevée. D'après les modèles standards d'explosions d'étoiles, une telle quantité actuelle ne peut s'expliquer que si l'explosion initiale est particulièrement violente et lumineuse or celle de Cas-A est passée inaperçue. Ces résultats viennent donc renforcer l'idée que cette explosion a été très particulière. Cas-A est la plus récente des explosions connues et la seule pour l'instant dans laquelle le  $^{44}\text{Ti}$  a pu être mesuré. La recherche d'autres supernovae passées inaperçues et qui pourrait se signaler par leur titane radioactif est un des objectifs essentiels de [l'observatoire spatial INTEGRAL](#).

[Version imprimable \(PDF\)](#)



Contact : [Mathieu RENAUD](#)

Publication :

**"The Signature of  $^{44}\text{Ti}$  in Cassiopeia A Revealed by IBIS/ISGRI on INTEGRAL"**

**Authors:** [Renaud, M.](#); Vink, J.; [Decouchelle, A.](#); [Lebrun, F.](#); Hartog, P. R. den; Terrier, R.; [Couvreur, C.](#); Knödseder, J.; Martin, P.; Prantzos, N.; Bykov, A. M.; Bloemen, H.

publié dans la revue [Astrophysical Journal](#) du 10 août 2006 ([lire l'article PDF 115Ko](#))

voir aussi :

- [Deux facettes de notre Galaxie dévoilées par l'observatoire INTEGRAL](#) (15 novembre 2005)
- [Festin stellaire](#) (6 septembre 2005)
- [L'antimatière de la Galaxie](#) (9 juillet 2005) dossier
- [INTEGRAL perce le brouillard gamma](#) (18 Mars 2004)
- [Le premier anniversaire d'INTEGRAL](#) (1 novembre 2003) dossier

pour en savoir plus sur INTEGRAL :

- [Le site INTEGRAL du Service d'Astrophysique](#)
- [Le site INTEGRAL de l'ESA \(en anglais\)](#)

## Notes

[1] **Electron-volt.** L'énergie des rayons X et gamma est souvent évaluée en "électron-volt (eV)". Cette unité correspond à l'énergie communiqué à un électron de charge (e) soumis à une tension de 1 Volt. En unités du système international (SI), 1 eV correspond à  $1.6 \cdot 10^{-19}$  Joule. Les rayons (ou photons) de lumière visible ont une énergie d'environ 2 eV, les rayons X dits "mous" de 0.1 à 10 kilo-electronvolt (keV), ceux dits "durs" au delà de 10 keV.

Rédaction: J.M. Bonnet-Bidaud

