

LES POTINS DE LA VOIE LACTEE

LE CIEL EN RAYONNEMENT GAMMA

La conquête spatiale permet aujourd'hui d'observer le ciel dans toute la gamme de longueur d'onde (notée ci-après λ) du rayonnement électromagnétique, en dehors des deux fenêtres (optique et radio) de bonne transparence de l'atmosphère terrestre qu'explorent l'astronomie au sol. L'observation depuis l'espace donne accès, en particulier, aux domaines X et γ associés aux très courtes λ . Classiquement dans ce domaine les longueurs d'onde sont caractérisées en terme d'énergie E exprimée en électron-volt eV ($E = hc/\lambda$, où h désigne la constante de Planck et c la vitesse de la lumière; $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$); ainsi, $E=10^5\text{eV}$ est associée à $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

Compte tenu de leur λ très inférieure aux distances interatomiques, les rayons γ ($E > 10^5\text{eV}$) ne peuvent être réfléchis en utilisant des miroirs comme dans les télescopes classiques. Les détecteurs γ utilisent les techniques mises en oeuvre dans les accélérateurs de particules. Essentiellement, on enregistre les produits de l'interaction du rayonnement γ avec divers matériaux détecteurs; il peut s'agir d'émission de lumière visible produite par effet photoélectrique, de l'absorption du rayonnement γ incident diffusé par effet Compton, des étincelles produites par le passage des γ dans une chambre à étincelles. Ces détecteurs ne permettent pas directement de réaliser une image au sens classique en focalisant les photons γ , ni d'obtenir avec une grande précision la position dans le ciel de l'astre émetteur. Cependant des progrès spectaculaires ont été réalisés depuis les années 1990 permettant d'atteindre une réalisation angulaire de l'ordre de quelques minutes d'arc au lieu de quelques degrés auparavant. Par exemple, le télescope SIGMA (pour Système d'Imagerie Gamma à Masque Aléatoire) réalisé par le CNES et lancé en 1990, a repris le principe de la caméra à "trou d'épingle" qui permet de former des images sans optique. La finesse de la cartographie (précision angulaire sur les positions pouvant atteindre $1'$) des régions centrales de notre Galaxie réalisée par SIGMA a montré que le trou noir supermassif dont la présence était suspecté au centre était en réalité un trou noir stellaire classique situé à près de $50'$ du centre galactique. Outre la grande précision de localisation réalisée, ces observations ont décelé l'émission à 511 keV ($1\text{keV} = 10^3 \text{ eV}$) signature de l'annihilation électron-positon caractéristique des conditions régnant dans le disque d'accrétion d'un trou noir stellaire (du type de celui observé dans le système binaire Cygnus X-1).

L'exploration du ciel en γ la plus récente, est réalisée depuis avril 1991 par le télescope de la NASA appelé GRO (pour Gamma Ray Observatory) et baptisé ultérieurement "Observatoire Compton" en l'honneur du physicien américain A.H.Compton, prix Nobel de Physique en 1927. Cet observatoire comporte quatre instruments spécialisés réalisés partiellement en coopération avec l'Agence Spatiale Européenne; ces expériences couvrent pour la première fois une gamme s'étendant sur plus de 5 décades en énergie (de 10^5eV à $3 \cdot 10^{10}\text{eV}$), avec une sensibilité accrue d'un facteur 10 par rapport aux observations précédentes; la résolution angulaire des divers instruments est aussi excellente (de $5'$ à $10'$ et de 1° environ selon les expériences). L'altitude au périgée de GRO était au lancement de 450 km ; des ennuis dans le système de propulsion avaient ramené progressivement cette altitude à 350km , faisant courir le risque d'une rentrée prématurée de GRO dans l'atmosphère terrestre. La situation a pu heureusement être rétablie à la fin de 1993.

Dès la fin de 1992, GRO avait réalisé une cartographie complète du ciel jusqu'aux plus hautes énergies montrant d'une part, l'émission diffuse de la Voie Lactée, d'autre part, des sources localisées brillantes: outre les pulsars du Crabe et de Vela déjà connus en γ , quatre nouveaux pulsars dont la source Geminga ont été découverts, des quasars connus par ailleurs comme puissants émetteurs radio sont aussi apparus comme les sources γ les plus puissantes de l'univers. Par ailleurs, l'émission γ associée à la désintégration radioactive des éléments formés par nucléosynthèse explosive dans les supernova, a été décelée pour le cobalt 57 de la supernova SN1987A, pour le titane 44 de la supernova Cassiopée A, en particulier. L'une des expériences a permis de produire en 1993, le catalogue le plus complet à ce jour de sources transitoires de γ ; ces émetteurs décelés en 1963 sont caractérisés par une émission brève (pendant quelques millisecondes à quelques minutes), sans association avec toute autre source connue. Malgré ses performances remarquables GRO n'a pas permis de percer l'énigme de ces sources transitoires: le débat est encore vif actuellement entre tenants d'une interprétation locale (sources γ appartenant à notre Galaxie) et tenants d'une interprétation cosmologique (sources γ extragalactiques).

L'exploration du ciel γ est encore pleine de promesses; l'Agence Spatiale Européenne vient de programmer pour 2001, le lancement d'expériences X et γ avec le projet INTEGRAL (pour International Gamma Ray Astrophysics Laboratory). A suivre