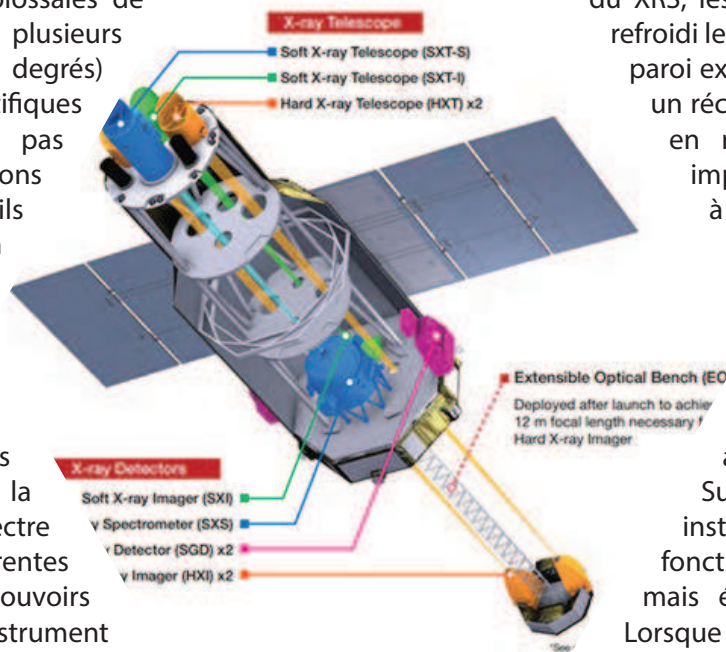


La malédiction X a encore frappé !

Les superstitieux parleront sans doute d'une malédiction en évoquant le malheureux concours de circonstances qui a mené le 26 mars 2016 à la perte de la mission Hitomi de l'agence spatiale japonaise (JAXA). Il s'agit en effet de la troisième tentative de la JAXA d'offrir aux astrophysiciens un instrument d'un genre nouveau : un calorimètre à rayons X¹. Hélas, à ce jour, toutes ces tentatives se sont soldées par des échecs!

Grâce aux progrès extraordinaires réalisés avec le satellite européen XMM-Newton et son alter-ego américain Chandra, l'étude des rayons X émis par toutes sortes de sources cosmiques nous révèle les phénomènes violents (tels que la destruction par l'effet de marée d'étoiles qui s'aventurent trop près d'un gigantesque trou noir) et énergétiques (impliquant des quantités colossales de gaz à des températures de plusieurs dizaines de millions de degrés) dans l'Univers. Les scientifiques ne se contentent toutefois pas d'enregistrer l'arrivée des rayons X sur un détecteur mais ils déterminent la distribution spectrale des rayons reçus. Cela leur permet de sonder les propriétés physiques (température, pression, champs magnétiques, présence de particules relativistes,...) au sein de la source. Pour réaliser le spectre d'une source X, il existe différentes techniques qui offrent des pouvoirs de résolution² différents. L'instrument idéal, permettant de réaliser des analyses spectroscopiques pour des rayons X d'énergie élevée, pour des sources étendues, et avec un pouvoir de résolution important est un calorimètre à rayons X. Un tel instrument devrait permettre de mesurer en détail les mouvements (turbulence ou écoulements organisés) dans le gaz qui constitue la source de rayons X. Il permettra aussi de connaître les conditions physiques au plus près des trous noirs, offrant ainsi un moyen inédit de tester les prédictions de la relativité générale dans cet environnement extrême. Schématiquement, un calorimètre est constitué d'un substrat qui absorbe les rayons X et d'un thermomètre ultra-précis. L'absorption d'un rayon X produit une très



Vue schématique du satellite Hitomi. L'enceinte cryogénique du calorimètre SXS est illustrée en bleu clair. (Image © JAXA) http://global.jaxa.jp/projects/sat/astro_h/images/astroh_inst_01_1.jpg

légère augmentation de la température du substrat et la mesure de la variation de température nous donne la valeur de l'énergie du rayon X incident. Pour atteindre la précision requise, il faut toutefois travailler à des températures extrêmement basses, à seulement 0.05K! Pour y parvenir on peut refroidir le détecteur soit à l'aide d'hélium liquide, soit de manière purement « mécanique ».

La première tentative de la JAXA de mettre un calorimètre X en orbite terrestre était l'instrument XRS à bord du satellite Astro-E. Celui-ci devait être lancé le 10 février 2000, mais le lancement échoua. La JAXA mit alors les bouchées doubles pour construire Astro-E2, sorte de clone d'Astro-E. Le 10 juillet 2005, le lancement d'Astro-E2, rebaptisé Suzaku, eut lieu sans problème. Toutefois, en raison d'une erreur de conception

du XRS, les vapeurs d'hélium après avoir refroidi le détecteur s'accumulèrent sur la paroi externe du cryostat, causant ainsi un réchauffement de celui-ci et donc, en retour, une évaporation plus importante d'hélium liquide qui à son tour allait s'accumuler là où il ne fallait pas! Il en résulta un effet boule de neige conduisant à l'épuisement du réservoir d'hélium liquide en 10 jours au lieu des deux ans de durée de vie anticipée... Heureusement,

Suzaku comporta d'autres instruments et la mission fonctionna jusqu'en septembre 2015, mais évidemment sans calorimètre.

Lorsque la JAXA et la NASA décidèrent de se lancer dans la conception d'une nouvelle mission, Astro-H, il fut décidé d'inclure un système de refroidissement purement mécanique qui devait prendre le relais en cas de défaillance du système à hélium liquide. Astro-H, rebaptisé Hitomi, prit son envol le 17 février 2016. Le 22 février, la température d'opération du détecteur

(0.05 K) fut atteinte et les premières observations pouvaient commencer. Toutefois, lors d'une manœuvre de routine le 26 mars 2016, le satellite se mit à tourner de manière anormale, entraînant la perte de contact avec le sol. Des télescopes au sol révélèrent alors plusieurs débris qui suivaient la trajectoire d'Hitomi. On pensa d'abord à une collision entre Hitomi et un débris spatial. Toutefois, cette hypothèse fut rapidement écartée et on se rendit compte que la rotation du satellite s'était emballée entraînant la dislocation du satellite sans l'intervention d'un autre objet! Les débris qui flottent autour d'Hitomi ne sont autres que ses propres panneaux solaires arrachés du corps principal du satellite! L'hypothèse la plus vraisemblable est celle de plusieurs erreurs de programmation dans le logiciel de contrôle de l'attitude du satellite...

1 Le domaine des rayons X est conventionnellement défini comme allant des longueurs d'onde de 0.1 à 100Å, soit des énergies 50 à 5000 fois plus élevées que la lumière visible.

2 Le pouvoir de résolution spectral désigne le rapport entre la longueur d'onde de la lumière étudiée (λ) et l'étendue en longueur d'onde du plus petit détail que l'on peut discerner dans le spectre ($\Delta\lambda$), soit $\lambda/\Delta\lambda$. Plus le pouvoir de résolution est élevé, plus les détails qu'on peut discerner sont petits.

Malgré cet échec, Hitomi a quand même permis d'entrevoir les capacités extraordinaires d'un calorimètre X. En effet, l'unique observation réalisée par l'instrument SXS suscite un vif intérêt au sein de la communauté astrophysique et fait l'objet d'un article à paraître dans la prestigieuse revue Nature.

Et l'avenir des calorimètres? Après la perte d'Hitomi il est encore trop tôt pour dire quelle sera la réaction du côté japonais. La JAXA va-t-elle relever le pari d'une quatrième tentative? Le timing s'avère important : si une mission japonaise avec la technologie d'Hitomi devait voler, il faudra aller vite pour ne pas entrer en compétition avec le projet Athena (voir Notre Espace #26, janvier 2014, #27, février 2014 et #40, novembre-décembre 2015) de l'ESA. En effet, depuis deux ans les ingénieurs européens planchent sur la

conception de la mission qui devrait être mise sur orbite en 2028. Athena comportera notamment un instrument baptisé X-IFU (pour X-ray Integral Field Unit ; voir Notre Espace #42, mars-avril 2016), un calorimètre nouvelle génération avec des performances qui surpasseront de loin celles du SXS. L'université de Liège et le CSL participent activement à la conception de cet instrument ambitieux au sein d'un consortium rassemblant de nombreux centres de recherche européens, US et... japonais. Le travail ne manque pas, car même si pour le commun des mortels l'année 2028 représente un futur lointain, en termes de développements technologiques c'est quasi demain!

Gregor Rauw (STAR Institute ,ULg)

Un tout grand merci à Grégor pour ce témoignage.

Rappelons que Grégor et son équipe sont des utilisateurs chevronnés des observations dans les rayons X du satellite XMM-Newton lancé en 1999. Il est aussi dans le groupe européen qui a œuvré pour la construction d'un successeur à celui-ci, Athena, qui sera lancé en 2028 (voir Notre Espace No.27 février 2014). Avec son équipe il est aussi très fortement impliqué dans l'instrument X-IFU de ce satellite (voir Notre Espace No. 47 mars-avril 2016).

ESPACE VERT

Nos merveilleuses forêts vues par le satellite BIOMASS

L'étude de la biomasse à l'échelle mondiale est indispensable à la compréhension du climat de notre planète. En effet, les forêts participent à l'absorption du dioxyde de carbone et influent sur le réchauffement climatique.

C'est pourquoi l'ESA, en partenariat avec le CNES, développe ce satellite à la technologie inédite afin d'étudier l'état et la dynamique des forêts tropicales.

BIOMASS va utiliser une fréquence radar particulière, la bande P. Elle permet à l'orbiteur d'explorer la surface terrestre avec une grande précision et de quantifier avec une résolution de 200 mètres la hauteur et la biomasse totale des forêts. Conduite sur plusieurs années consécutives, cette étude devrait permettre d'évaluer avec précision l'état de la flore terrestre actuelle.

BIOMASS devrait être lancé en 2020.

Florence

Méduses : une appli pour se baigner sans danger

En été, les méduses sont de plus en plus présentes sur nos plages. Pour lutter contre ce problème, la société ACRI, en partenariat avec le CNES, a développé une application mobile permettant de signaler leur présence.

La surpêche, la pollution et le réchauffement des océans font partie des phénomènes favorisant la prolifération des méduses. Ces cnidaires aux tentacules urticants sont souvent un fléau durant l'été.

Comme c'est le cas en Méditerranée par exemple, où l'on trouve la Pelagia Noctiluca, une espèce qui vient s'échouer en masse sur les plages.

La société ACRI a donc développé un site Web et une application mobile permettant de signaler la présence des méduses sur les bords de mer. L'utilisation de satellites et l'étude des courants combinées aux signalements permet efficacement de déterminer si la baignade est possible dans un secteur ou s'il faut se contenter de rester sur le sable.

Florence