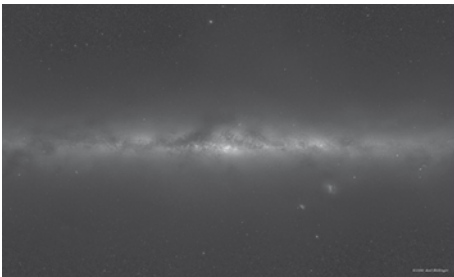


L'astronomie dans le monde

La Voie Lactée à haute résolution

Dans la même veine que la carte présentée dans notre bulletin du mois passé, un autre planisphère céleste a été obtenu en collant digitalement des milliers d'images. Cette carte montre des étoiles mille fois plus faibles que les plus petites visibles à l'œil nu. On y voit des centaines de galaxies, d'amas stellaires et de nébuleuses.



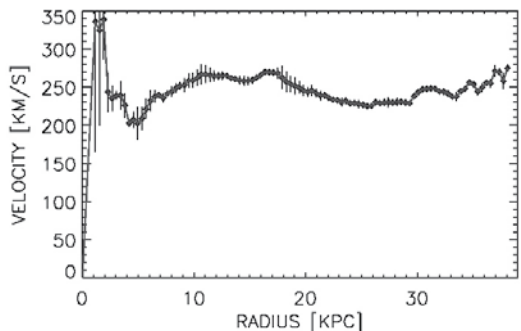
Outre les distorsions géométriques qu'il a dû corriger, l'auteur de la carte, Axel Mellinger a tenu compte des variations de transparence et de l'intensité du fond de ciel.

Le résultat est une image de notre Galaxie qu'aucun observateur n'a jamais pu voir en regardant le ciel.. Une version interactive de la carte se trouve sur le site de Mellinger <http://home.arcor.de/axel.mellinger/>.

Galaxie d'Andromède

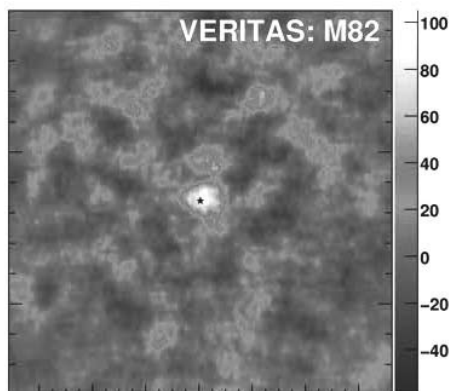
L'interféromètre du DRAO (Canada) a été utilisé pour réaliser l'un des sondages les plus profonds de la galaxie d'Andromède (M 31) dans la raie d'émission à 21 cm de longueur d'onde du gaz hydrogène neutre. Ces nouvelles observations ont permis de mesurer la distribution de gaz dans M 31, de mettre en évidence deux gauchissements importants de son plan de rotation, de découvrir un bras spiral très étendu dans la périphérie du disque et de montrer pour la première fois que sa vitesse de rotation est croissante à grande distance galactocentrique. Des interactions de marée avec des galaxies voisines naines sont peut-être à l'origine de certaines de ces nouvelles perturbations.

Courbe de rotation de M31



Rayons cosmiques

Des rayons gamma ont été détectés en provenance des galaxies M82, NGC 253 et du Grand Nuage de Magellan par le satellite Fermi et les télescopes du réseau Veritas. Les rayons semblent provenir de régions d'intense formation stellaire et sont probablement associés aux explosions d'étoiles massives. Ils seraient dus à la collision de rayons cosmiques. Ces résultats confirmeraient les supernovæ comme sources des rayons cosmiques.



Des rayons gamma de très haute énergie proviennent de M82
(© V.A. Acciari/CFA)

GRB 090510

L'observation par le satellite Fermi de photons d'énergies très différentes en provenance du GRB lointain 090510 montre que ces rayons gamma ont voyagé dans le vide à exactement la même vitesse, éliminant ainsi des théories alternatives de la gravité. Celle d'Einstein prime toujours.

Le sursaut gamma observé par le détecteur LAT de Fermi n'a duré que 2,1 secondes. Parmi les nombreux photons observés, il s'en est trouvé deux dont l'énergie différait d'un facteur un million. Émis quasi simultanément, ils nous sont arrivés séparés de moins d'une seconde. Leur vitesse de propagation a donc été très voisine, à une partie pour cent millions de millions près.

Cette observation signe l'arrêt de mort pour de nouvelles théories de la gravité qui prédisent une forte dépendance de la vitesse des photons en fonction de leur énergie.

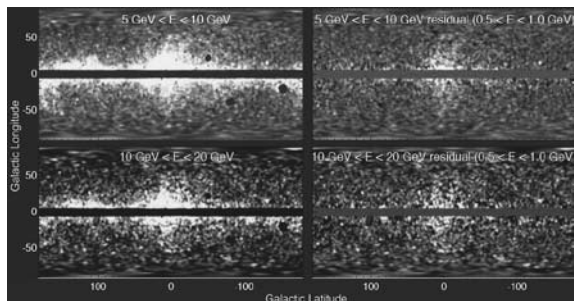
Jusqu'à présent, Fermi a découvert un millier de sources gamma persistantes, cinq fois plus que celles que l'on connaissait avant (cf carte en premières pages). La moitié d'entre elles ont pu être associées à des astres observables dans d'autres domaines du spectre électromagnétique. Les sources les plus abondantes sont les blazars – des galaxies dont le trou noir central émet un jet dans notre direction. Dans notre Galaxie, Fermi a trouvé 46 pulsars et deux systèmes binaires dans lesquels une étoile à neutrons tourne rapidement autour d'une étoile jeune massive.

L'instrument secondaire de Fermi, le Gamma ray Burst Monitor a observé 250 sursauts. Parmi eux, LAT a pu en observer 12 à très haute énergie, dont trois champions en ce qui concerne l'énergie ou la vitesse des éjections.

WMAP haze

La région du centre galactique se caractérise par un fond diffus de forte intensité sur les cartes micro-onde dressées par la sonde WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe).

Le centre galactique dans deux domaines de rayons gamma. À droite, les signaux parasites ont été soustraits pour ne laisser apparaître que le « haze ».
(© NASA/Fermi)



Le satellite Fermi a examiné cette zone dans un domaine d'énergie beaucoup plus élevée, les rayons gamma. Après soustraction du signal dû au brehmstrahlung (ou rayonnement de freinage) et aux désintégrations de pions neutres, il reste un excès significatif de rayons gamma dans cette direction.

L'explication donnée est assez exotique puisqu'elle fait appel à la collision et la désintégration de particules de matière noire. Ces particules seraient en effet leurs propres antiparticules. Il y a cependant d'autres théories, plus classiques, comme l'explosion d'étoiles massives, abondantes dans cette direction.

CMB

La mesure très précise de la température et de la polarisation du fond de radiation cosmique par le télescope QUEST dans l'Antarctique confirme le modèle standard cosmologique et le fait que la matière normale ne représente pas plus de 5 pour cent de l'univers.

Ère de reionisation

La recherche systématique de galaxies datant de l'« ère de reionisation » de l'univers a permis de situer l'une d'elles à environ 800 millions d'années après le Big Bang. Les astronomes ont pu déterminer que le taux de formation stellaire, et par conséquent celui d'ionisation, étaient beaucoup plus faibles que les niveaux atteints quelques centaines de millions d'années plus tard. Les observations du

satellite WMAP indiquent pourtant que l'ère de reionisation avait dû commencer dès l'âge de 600 millions d'années. Cette contradiction apparente pourrait s'expliquer par la formation préférentielle d'étoiles massives au rayonnement très ionisant dans les toutes premières galaxies.

JKCS041

À 10 milliards 200 millions d'années-lumière, JKCS041 se confirme comme l'amas de galaxies le plus lointain connu. Il bat d'un milliard d'années-lumière le champion précédent, XMMXCS J2215.9-1738. Ce sont les observations de l'observatoire spatial X Chandra qui ont démontré qu'il s'agissait bien d'un amas. Des galaxies individuelles en avaient déjà été étudiées par les télescopes UKIRT, Canada-France-Hawaii Telescope et Spitzer.

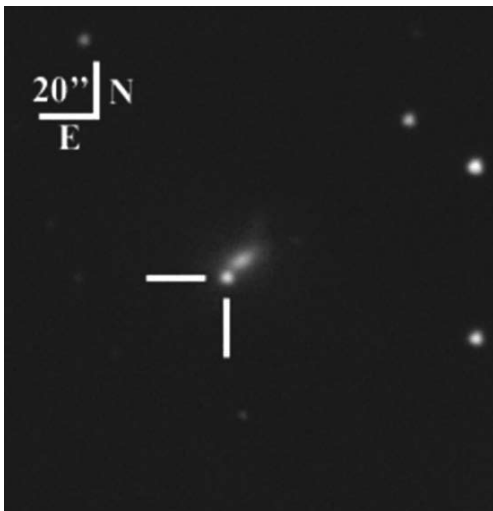


L'amas lointain JKCS041. Image composite utilisant des données de Chandra et de télescopes au sol. (© NASA/CXC/INAF/S. Andreon et al., DSS, ESO/VLT)

Il est difficile d'admettre que la gravité permette la formation d'amas plus rapidement après le Big Bang. On ne trouvera donc pas d'amas beaucoup plus lointains.

Un nouveau type de supernova

La supernova SN2002bj, découverte par des astronomes amateurs dans la galaxie NGC 1821, s'avère être d'un nouveau type, fort apparenté aux novæ. Dix fois moins brillante que les supernovæ Ia, et évoluant dix fois plus vite, l'explosion n'affecte que les couches externes d'une naine blanche ayant siphonné de l'hélium d'une autre naine blanche dans un système binaire. Ce phénomène est malgré tout mille fois plus violent qu'une nova classique ce qui justifie amplement le nom de supernova.



Et encore un autre

Pour improbables qu'elles soient, les collisions entre naines blanches pourraient être prises pour des supernovæ de type Ia et polluer l'échantillon de ces balises cosmologiques. Des collisions entre astres aussi petits ne peuvent survenir que dans des amas stellaires très denses.

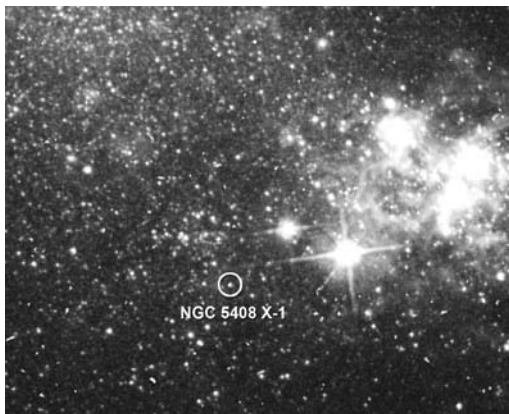
NGC 5408 X-1

Une source X ultra-lumineuse (ULX) dans la galaxie NGC 5408 montre des caractéristiques qui trahissent la présence d'un trou noir de masse intermédiaire, quelques milliers de fois plus lourd que le Soleil. Certaines observations plaident déjà en ce sens, et les données acquises par le satellite Swift montrant une périodicité de 115 jours, probablement due à un compagnon stellaire, tendent à confirmer cette hypothèse.

On connaît bien les trous noirs supermassifs pesant des millions ou des milliards de soleils et les trous noirs stellaires de quelques masses solaires mais, entre ces deux extrêmes, les candidats sérieux sont rares (cf. HLX-1, *Le Ciel*, sept. 2009, p. 276)

La supernova spéciale SN2002bj et sa galaxie-hôte, NGC1821.

(© D. Poznanski; W. Li; A.V. Filippenko)



Localisation d'un possible trou noir intermédiaire dans une galaxie de la constellation du Centaure (© NASA/ESA/C. Lang, P. Kaaret, A. Mercer, Univ. of Iowa, S. Corbel, Univ. de Paris)

Étoiles à neutrons

Les astronomes ont mis en évidence une population d'objets, les « long-duration radio transients » qui se caractérisent par une seule émission radio pouvant durer d'une demi-heure à quelques jours, et par l'absence de contrepartie dans le domaine optique. Les responsables les plus probables semblent être de vieilles étoiles à neutrons isolées. On estime à un milliard le nombre de ces astres peuplant la Galaxie. La plupart d'entre eux sont fatigués et virtuellement indécélables, sauf à de rares occasions. D'autres candidats, des naines brunes par exemple, ne sont cependant pas exclus.

Disques planétaires lointains

L'analyse du spectre de 88 galaxies très éloignées indique la présence d'une composition plus froide que les étoiles, mais plus chaude que la matière interstellaire. Il pourrait s'agir des disques circumstellaires, signes de systèmes planétaires en formation.

Kepler

Le site Naturenews de la revue *Nature* annonçait récemment que les données envoyées par le télescope spatial Kepler étaient trop bruyantes pour permettre d'envisager la découverte d'exoplanètes aussi petites que la Terre. La recherche des sœurs de notre planète aurait donc dû attendre que l'on corrige ces défauts, ce que les ingénieurs espéraient effectuer d'ici 2011. Cela laissait quelque temps aux télescopes terrestres pour battre leur concurrent spatial.

En fait, les problèmes seraient moins inquiétants. Seuls 3 des 84 canaux de données sont affectés. Ils seront corrigés ou tout simplement ignorés. Kepler fonctionne très bien, il découvre des planètes et une première moisson devrait être annoncée dès le début de l'année prochaine.

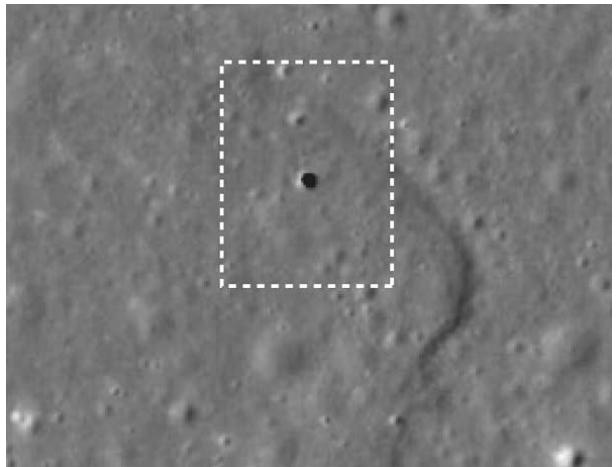
Mercure

Les observations réalisées par Messenger lors de son récent survol de Mercure indiquent une activité tectonique relativement récente, astronomiquement parlant. La jeunesse du terrain au centre d'un cratère double (voir couverture de ce bulletin) est la preuve d'épanchements volcaniques qui ont eu lieu il y a sans doute moins d'un milliard d'années. Messenger a révélé d'autres signes de volcanisme et de mouvements de croûte.

La sonde a également observé d'importantes variations de l'atmosphère ténue – ou plutôt, l'exosphère – de la planète, étirée comme une queue cométaire au gré des humeurs du vent solaire.

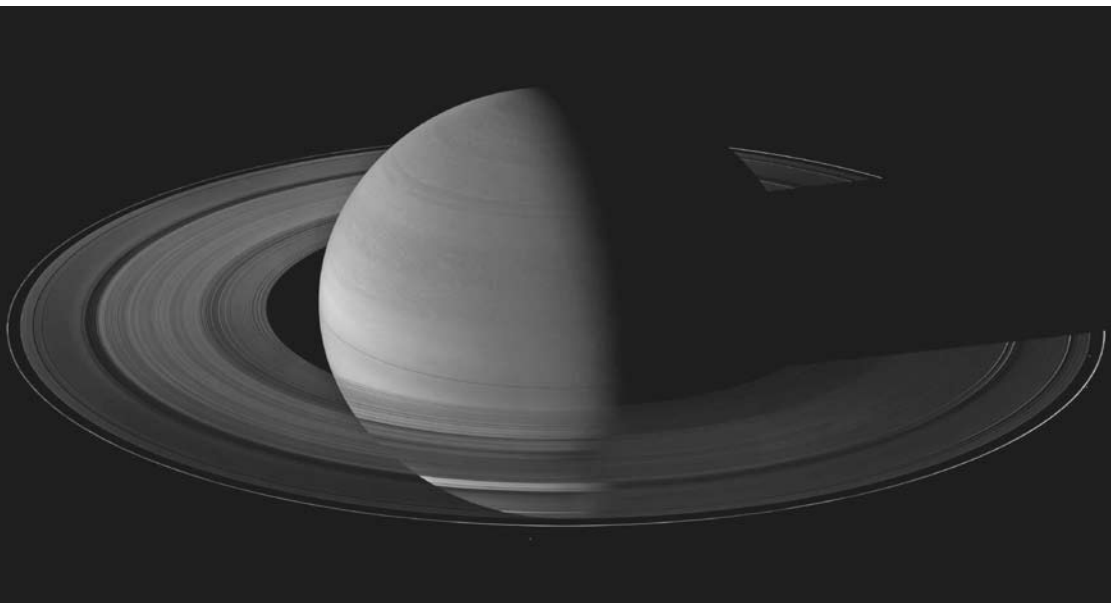
Tubes de lave sur la Lune

On en trouve sur Mars. Il y en a aussi sur la Lune, comme le suggèrent certaines vallées sinueuses. L'examen d'images obtenues par la sonde Kaguya a révélé ce qui pourrait être une ouverture dans un tel tube : un trou de 65 m de diamètre et profond d'au moins 80 m.



Ce trou de 65 m de diamètre descend au moins à une profondeur de 80 m sous le sol lunaire.

(© ISAS/JAXA/Junichi Haruyama et al.)



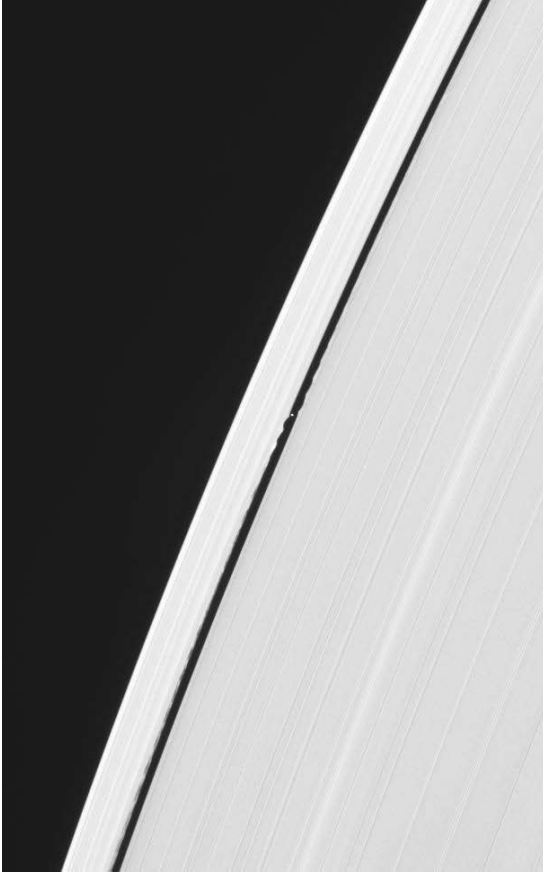
Pour obtenir l'image ci-dessus, depuis 20 degrés au-dessus du plan des anneaux, les astronomes ont combiné 75 photos prises par la caméra à grand champ de Cassini le 12 août, un peu plus d'un jour après l'instant exact de l'équinoxe – moment où le Soleil se trouve exactement au-dessus de l'équateur de la planète.

(© NASA/JPL/Space Science Institute)

Les particules soulevées bien au-dessus du plan des anneaux par l'attraction de la lune Daphis projettent une ombre très allongée sur l'anneau A. L'image ci-contre a été obtenue par Cassini un mois avant l'équinoxe. Les ombres s'étendent sur 500 km ce qui indique une élévation de 4 km au-dessus de l'anneau. Daphnis, d'un diamètre de 8 km est dans la zone brillante de la division de Keeler, à droite de l'image. Sa gravitation perturbe les particules du bord de la division de Keeler, formant des vaguelettes. Le bord intérieur de la division tourne plus vite que la lune de sorte que les ondes précèdent celle-ci. Au bord extérieur, les ondes suivent la lune. L'anneau F très ténu, à gauche de l'image, montre quant à lui des perturbations dues à la lune Prométhée.

(© NASA/JPL/Space Science Institute)





*Sur l'image ci-contre prise le 17 janvier, bien avant l'équinoxe, l'éclairage ne permettait pas de distinguer les reliefs des vagues.
(© NASA/JPL/Space Science Institute)*

indique la présence d'eau et d'autres composés chimiques (oxyde et dioxyde de carbone, éthanol, méthanol...). Les très basses températures (35K) régnant au fond du cratère Cabeus en font un lieu privilégié pour la condensation de toutes sortes de vapeurs.

Rappelons que le Lunar Neutron Exploration Detector en orbite autour de la Lune avait détecté de grandes quantités d'hydrogène – et donc vraisemblablement d'eau. Les matériaux au fond de Cabeus devraient en contenir dans la proportion d'environ un pour cent.

Molécules organiques

Tout comme celle de HD 189733b, l'atmosphère de l'exoplanète géante HD209458b contient de l'eau, du méthane et du gaz carbonique, des éléments essentiels à la vie, mais plutôt basiques. C'est ce qu'ont montré des observations faites avec les télescopes spatiaux Hubble et Spitzer. La comparaison de la composition chimique des exoplanètes géantes

apportera des indications précieuses sur leur formation et leur évolution. Effectuer les mêmes études sur l'atmosphère de planètes telluriques demandera probablement une nouvelle génération d'instruments, et sera d'un grand intérêt dans le domaine de l'exobiologie.

Lithium

L'étude de 500 étoiles, dont 70 connues pour héberger des planètes, révèle un lien entre l'abondance de lithium et la présence de planètes. Grâce au spectrographe HARPS (ESO, La Silla), les astronomes ont montré que les étoiles sans planètes détruisent moins vite leur lithium que celles qui en sont dotées. En plus

Anneaux de Saturne

L'observation par Cassini des anneaux de Saturne à l'occasion de l'équinoxe du 11 août a montré une importante chute de leur température, chute consécutive à l'ombre dans laquelle le système était plongé. L'anneau A, le plus externe des anneaux principaux, s'est cependant refroidi beaucoup moins que prévu. Il est possible que les perturbations de quelques lunes créent des vagues dans l'anneau, exposant ainsi les particules aux rayons du Soleil.

LCROSS

L'étude des données recueillies par la sonde LCROSS avant son impact sur notre satellite (cf *Le Ciel*, novembre 2009, p. 370)

de mieux comprendre les raisons de l'absence de lithium dans le Soleil – le « mystère du lithium » qui intrigue les astronomes depuis 60 ans –, cette découverte devrait permettre de trouver plus facilement de nouveaux systèmes planétaires.

Minéraux extraterrestres

La présence d'éléments comme le platine dans le globe terrestre s'explique difficilement par les modèles de formation de notre planète. Il semble qu'un apport ultérieur par des comètes et des astéroïdes soit intervenu.

Ce bombardement expliquerait aussi la présence d'hydrogène, de carbone et de phosphore – éléments essentiels à la vie.

Bolide en Indonésie

L'explosion d'un bolide avec une énergie estimée à 40 kilotonnes de TNT – trois fois Hiroshima – a eu lieu le 8 octobre au-dessus de la province du Sud Sulawesi. C'est l'impact le plus violent enregistré depuis celui de 1994, au-dessus de l'île de Kosrae dans le Pacifique. L'objet devait mesurer de 5 à 10 mètres.

CoRoT prolongé

Le CNES, en accord avec ses partenaires nationaux (INSU-CNRS et Observatoire de Paris) et internationaux (Autriche, Allemagne,

Belgique, Brésil, ESA, Espagne), va prolonger de trois ans les opérations du satellite CoRoT, jusqu'au 31 mars 2013. La décision a été prise le 23 octobre de cette année.

CoRoT (Convection, Rotation & Transits planétaires) est un minisatellite dédié à l'étude de la structure interne des étoiles et à la recherche de planètes hors du système solaire. Il a été lancé le 27 décembre 2006, et la durée prévue de la mission était initialement de 3 ans.

Les résultats scientifiques déjà obtenus sont si importants que l'extension de la mission s'est imposée comme une évidence. CoRoT a par exemple détecté les vibrations de toutes sortes d'étoiles, certaines similaires au Soleil, d'autres très différentes comme les géantes rouges. Le satellite du CNES a aussi révélé que la plupart des étoiles sont beaucoup plus variables qu'on ne l'attendait. Du côté des exoplanètes, la moisson est actuellement de sept planètes confirmées, et beaucoup d'autres candidates sont en cours d'observation par des télescopes au sol. Plusieurs de ces détectations constituent des premières mondiales, comme la plus petite – et la seule rocheuse – connue à ce jour, CoRoT-7b, qui est aussi celle dont la période de révolution autour de son étoile est la plus courte (20 heures), ou comme la plus dense, CoRoT-3b.

Ces résultats représentent des avancées majeures pour la physique des étoiles et la recherche des exoplanètes. C'est ce qui motive l'extension de la mission, décidée au terme d'un processus exhaustif de revue scientifique et technique, afin d'exploiter au mieux ces capacités.

Du côté de l'étude des étoiles, l'extension de la mission permettra de sonder de nouveaux types d'étoiles mais aussi d'observer plus en détail celles qui ont montré les comportements les plus inattendus. Pour ce qui est des exoplanètes, au-delà d'un plus grand nombre de détectations, les trois années supplémentaires seront dévolues en particulier à la recherche de « superTerres chaudes » des planètes un peu plus massives que la Terre, mais beaucoup plus proches de leur étoile.