

# ALSACE ASTRONOMIE

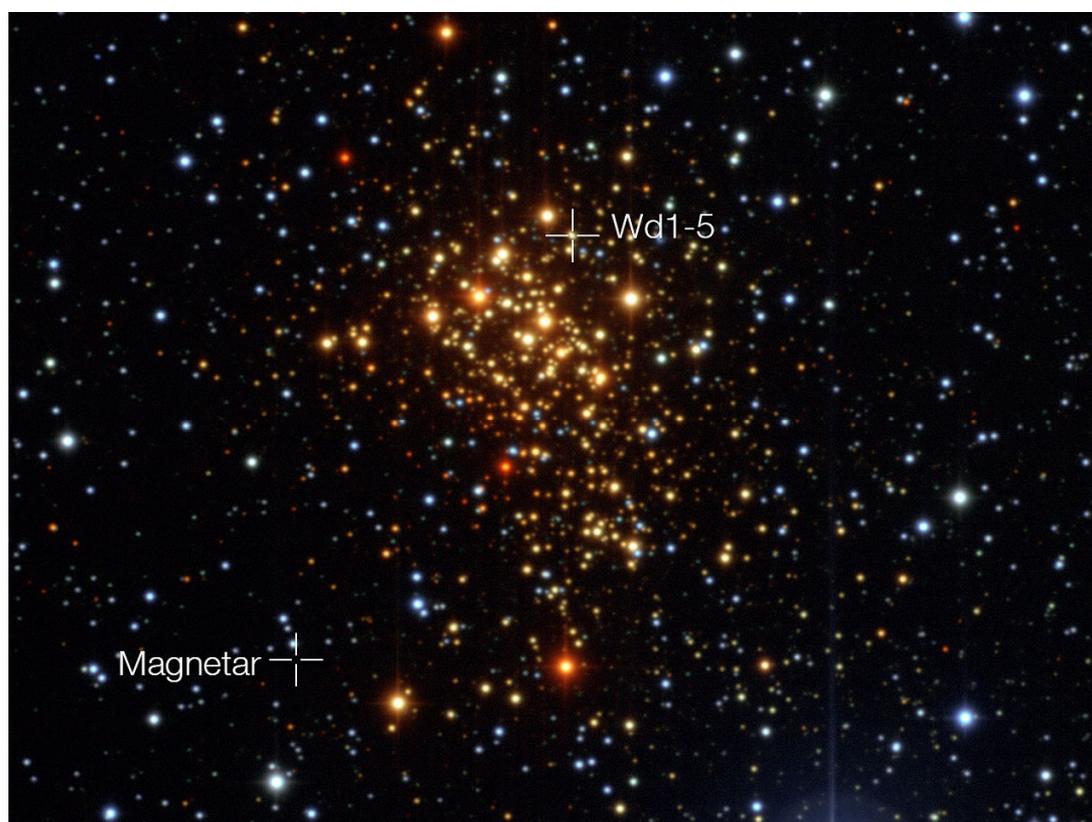
Bulletin de liaison et d'information de la SAFGA,  
Groupe d'Alsace de la Société Astronomique de France

FEVRIER 2016 - 85<sup>ème</sup> année n°2016/02



## Westerlund 1 – Un magnétar

Un magnétar (ou magnétoile selon la dénomination officielle) est une étoile à neutrons possédant un champ magnétique extrêmement intense dépassant  $10^{15}$  Gauss (en comparaison le champ magnétique naturel de la Terre est de 50 milliGauss) qui émet des radiations électromagnétiques de haute énergie, comme les rayons X et gamma. L'origine de ce champ aussi intense serait liée à l'effet dynamo appliqué à des étoiles à neutrons en rotation suffisamment rapide. Une supernova sur 10 000 donnerait naissance à un magnétar plutôt qu'à une étoile à neutrons ou à un pulsar.

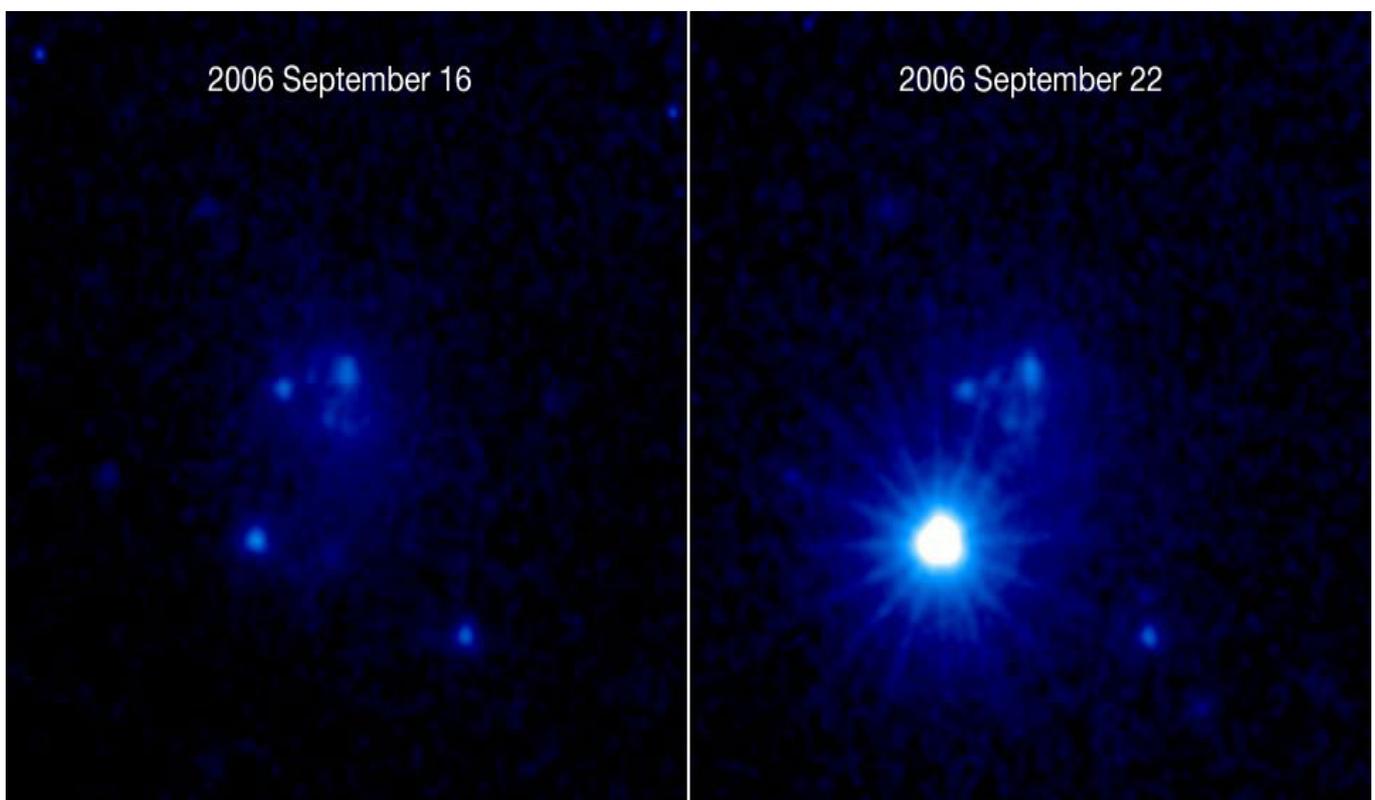


*Cette image du jeune amas d'étoiles Westerlund 1 a été obtenue au moyen de l'Imageur à grand champ installé sur le télescope MPG/ESO de 2,2 mètres de diamètre à l'Observatoire de La Silla de l'ESO au Chili. Crédit: ESO*

La plupart des étoiles de l'amas sont des supergéantes bleues et chaudes. Elles apparaissent de couleur rougeâtre sur cette image parce qu'elles sont observées au travers d'un nuage de gaz et de poussières interstellaires. Les astronomes européens ont pour la toute première fois démontré que le magnétar présent dans cet amas, une forme inhabituelle d'étoile à neutrons dotée d'un champ magnétique extrêmement puissant, s'est probablement formé au sein d'un système binaire. La découverte de l'ancien compagnon du magnétar (Westerlund 1-5) dans une autre région de l'amas a permis de comprendre le processus qui a conduit une étoile aussi massive à devenir un magnétar plutôt qu'un trou noir.

Robert Duncan et Christopher Thompson (astrophysiciens à l'Université du Texas à Austin) postulèrent leur existence en 1992, et dans la décennie qui suivit elle fut acceptée comme explication plausible pour les sursauteurs gamma mous (un sursauteur gamma mou est une source de rayons gamma connaissant des épisodes d'émissions violentes et récurrentes mais irrégulières). Les croûtes des magnétars constituées de plasma d'éléments lourds (principalement de fer) sont soumises à d'énormes contraintes dont la libération se traduit par de brusques tremblements en surface ou tremblements d'étoiles ainsi que la libération de vastes quantités d'énergie sous la forme de rayons X et gamma. Une telle étoile est nommée *soft gamma repeater* (SGR), soit sursauteur gamma mou.

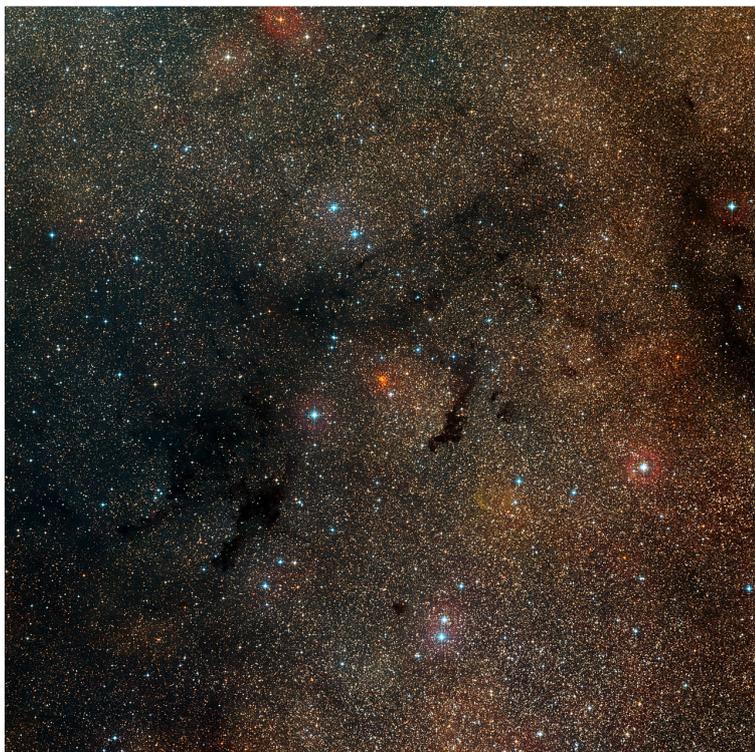
L'amas d'étoiles Westerlund 1 situé à 16 000 années-lumière de la Terre dans la constellation australe de l'Ara (hémisphère sud), abrite l'un des vingt-quatre magnétars connus de la Voie Lactée.



*Le magnétar porte le nom officiel de CXOU J164710.2-455216. Ces images ont été réalisées par la caméra EPIC (European Photon Imaging Camera), à bord du satellite XMM-Newton de l'ESA. L'image de gauche montre le champ avant le sursaut. Le magnétar est plus brillant dans l'image de droite, prise après le sursaut. Source : ESA.*

L'amas ouvert Westerlund 1 a été découvert en 1961 par l'astronome suédois Bengt Westerlund, qui effectuait alors des observations depuis l'Australie, amas par la suite nommé Westerlund 1 en son honneur. Il fut nommé Directeur de l'ESO au Chili de 1970 à 1974.

Toutes les étoiles connues de Westerlund 1 sont dotées de masses comprises entre 30 et 40 masses solaires. Le fait que des étoiles si massives aient des durées de vie plutôt courtes à l'échelle astronomique implique que cet amas doit être très jeune. Les astronomes situent son âge entre 3,5 et 5 millions d'années. A mesure que les étoiles vieillissent, les réactions nucléaires qui se produisent en leur cœur modifient leur composition chimique. Les éléments sources sont détruits tandis que les produits des réactions s'accumulent. Cette empreinte chimique stellaire se révèle dans un premier temps riche en hydrogène et en azote mais pauvre en carbone. Ce n'est que tardivement dans la vie des étoiles que la proportion de carbone augmente, tandis que celle d'hydrogène et d'azote diminue brusquement. Il paraît donc impossible pour une étoile isolée d'être simultanément riche en hydrogène, en azote et en carbone.



*Cette vue étendue issue du Digitized Sky Survey 2 est centrée sur l'amas d'étoiles Westerlund 1 dans la constellation de l'Autel (ARA). Cet amas ressemble à un bloc dense et affiche une couleur orange. Il est très jeune et contient des étoiles bleues chaudes, massives et brillantes. Toutefois, leur rayonnement est en grande partie absorbé et décalé vers le rouge par un nuage dense de poussière situé sur la ligne de visée, entre l'amas et la Terre. Il occupe une région très riche de la Voie Lactée dans laquelle un grand nombre d'étoiles et de nuages de poussière peuvent être aperçus.  
Crédit : ESO/Digitized Sky Survey 2*

Westerlund 1 constitue un laboratoire d'étude de la physique stellaire en conditions extrêmes unique en son genre, qui aide les astronomes à mieux comprendre la vie et la mort des étoiles les plus massives de la Voie Lactée. Leurs observations ont conduit les astronomes à postuler que cet amas extrême est probablement doté d'une masse équivalente à 100 000 masses solaires, et que les étoiles sont toutes localisées dans une région de moins de 6 années-lumière de diamètre. Westerlund 1 constitue ainsi l'amas le plus massif et le plus compact identifié à ce jour dans la Voie Lactée.

*Sources : Observatoire Européen Austral (ESO)  
Agence Spatiale Européenne (ESA)  
Futura Sciences*

*Gilbert Klein*

# Mesure de la gravité de surface des étoiles

En astronomie, la gravité de surface est l'intensité du champ gravitationnel à la surface d'un objet, planète, étoile ou autre. Ce concept est également utilisé, quoique de façon légèrement différente, dans la physique des trous noirs où il règle la vitesse à laquelle le champ gravitationnel au sens classique du terme diverge à l'approche de la surface du trou noir, c'est-à-dire de son horizon.

Des astronomes du Service d'Astrophysique du CEA-Saclay, des Universités de Vienne, Colombie-Britannique et Sydney ainsi que de l'Institut Max-Planck, ont présenté une nouvelle méthode pour mesurer la gravité superficielle d'une étoile qui dépend de sa masse et de son diamètre avec une exactitude de quelques pour cent. Cette méthode est applicable à des étoiles de faible luminosité pour lesquelles les instruments actuels n'ont pas la sensibilité suffisante pour faire des études sismiques.

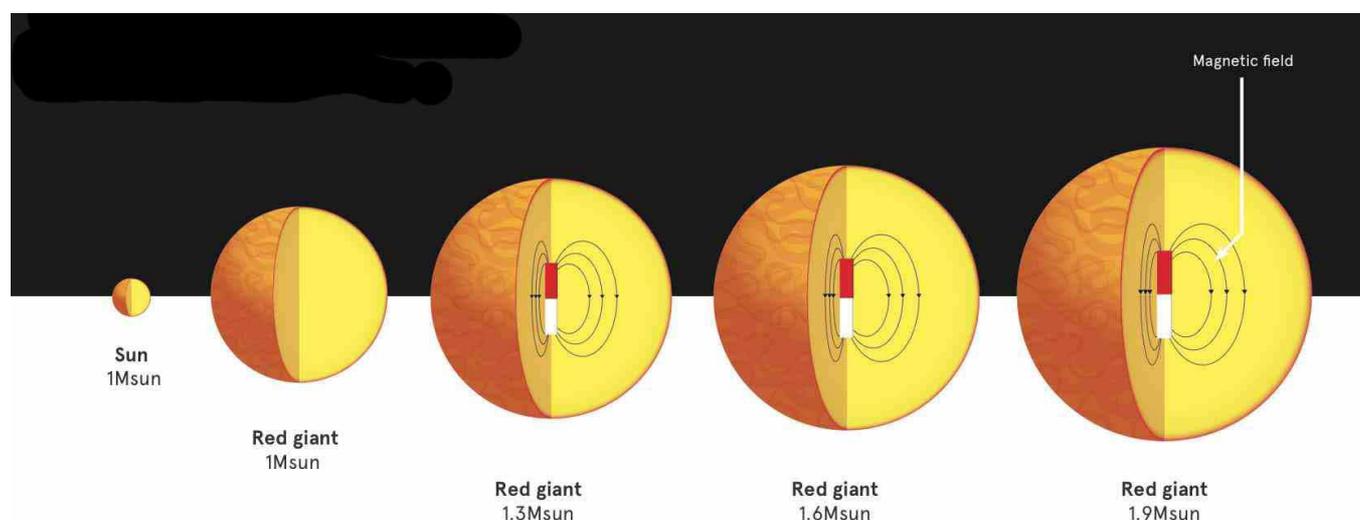
La technique du temps caractéristique de l'autocorrélation (outil mathématique utilisé en traitement du signal) qui vient d'être développée, utilise les variations subtiles de la luminosité des étoiles enregistrées par les satellites *Kepler* ou *CoRoT*. Ces variations de luminosité sont causées par les mouvements turbulents du gaz dans les couches les plus externes des étoiles comme le Soleil. Dans ces étoiles, la chaleur, qui se propage depuis les régions les plus internes où les réactions nucléaires ont lieu, est transférée par des mouvements turbulents convectifs causés par des différences de température. C'est le même phénomène qui peut être observé lorsqu'on chauffe une casserole remplie d'eau : l'eau du fond, qui est chauffée par-dessous, est chaude et moins dense, donc plus "légère" que l'eau du dessus. Elle monte jusqu'à la surface de la casserole, où elle se refroidit à cause de l'air. Celle-ci redescend alors vers le fond et le cycle recommence.

Au cours de cette circulation, des ondes sonores sont également générées. Ces mouvements ascendants et descendants que l'on nomme convection vont dépendre de la quantité de chaleur à transporter ainsi que de la force de gravité de surface de l'étoile qui tend à empêcher le gaz de monter. En mesurant les variations de la lumière de l'étoile au cours du temps, on peut mesurer les fluctuations générées par ces cycles convectifs ainsi que les ondes sonores associées. Le temps caractéristique de ces cycles peut ensuite être relié à la gravité de surface de l'étoile.

En prenant par exemple le Soleil, l'étude de l'intérieur ne peut se faire en utilisant le rayonnement électromagnétique émis par la surface. Cette lumière aura demandé plusieurs millions d'années pour traverser les 700 000 km qui séparent le centre du Soleil de la photosphère. Cette lumière aura donc perdu toute l'information sur ses origines et sur les couches rencontrées. L'exploration de l'intérieur solaire est rendue possible par l'existence d'ondes acoustiques qui se propagent de la surface jusqu'au cœur en une heure. La première observation de ces ondes date de 1962 mais il faudra attendre les années 70 pour que leur nature soit comprise.

La sismologie terrestre utilise les ondes sismiques comme source d'informations sur la structure interne de la Terre. Elles sont de même nature que les ondes sonores et se propagent en compressant puis décompressant tour à tour le milieu dans lequel elles évoluent.

Il n'y a pas de croûte solide à la surface du Soleil capable de craquer suite aux déformations engendrées par les séismes. La photosphère oscille localement sous l'action des ondes qui s'y réfléchissent. Ce sont ces oscillations qui sont détectées et renseignent sur les ondes se propageant dans le Soleil.



*Fraction des étoiles montrant un fort champ magnétique selon leur masse (en masse solaire  $M_{\odot}$ ). La proportion augmente avec la masse pour atteindre une fraction de 60% pour les étoiles entre 1,8 et 2  $M_{\odot}$*

Jusqu'ici seulement 5 à 10% de ces étoiles étaient soupçonnées avoir un champ magnétique pouvant atteindre jusqu'à 10 millions de fois celui de la Terre. Cette découverte inattendue démontre l'importance d'un effet "dynamo" capable de maintenir des champs intenses à l'intérieur des étoiles.

En utilisant les données du satellite Kepler de la NASA, une équipe internationale de chercheurs a pu étudier environ 13 000 étoiles géantes rouges grâce à la technique de l'astérosismologie (la mesure de vibrations à l'intérieur et à la surface des étoiles). Les géantes rouges sont des étoiles plus âgées et plus grosses que notre Soleil pour lesquelles il est possible de mesurer des vibrations sismiques se propageant jusqu'à leur cœur.

Des résultats récents concernant un petit échantillon de géantes rouges avaient déjà démontré que de forts champs magnétiques peuvent perturber la propagation des ondes de gravité, qui restent alors piégées dans les couches internes de l'étoile selon un phénomène d'effet de serre magnétique. C'est en mesurant l'amplitude des modes d'oscillations dipolaires, que les chercheurs ont pu constater que dans un grand nombre d'étoiles environ 65% de ces modes étaient supprimés, impliquant l'existence des grands champs magnétiques internes.

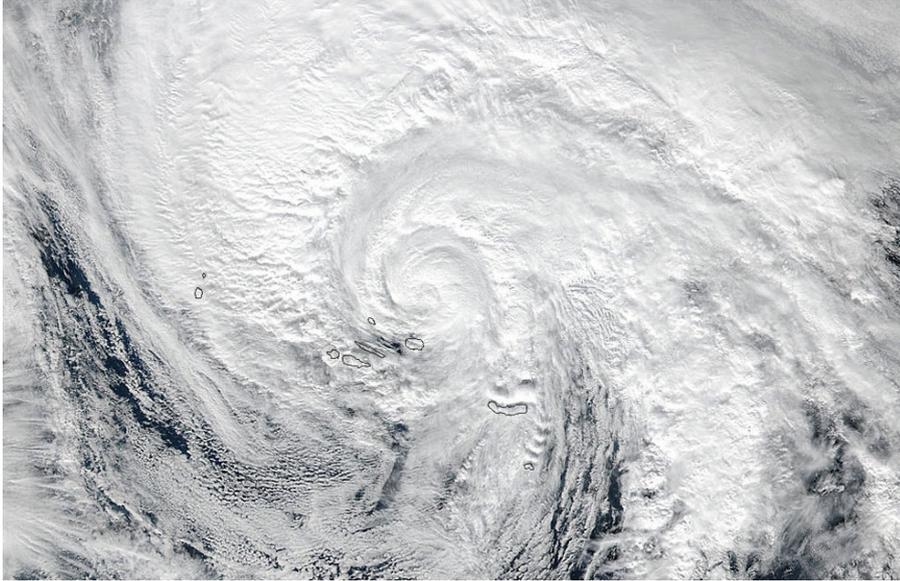
Cette découverte majeure, qui affecte plus de la moitié des étoiles dans cette gamme de masses, a des implications encore non évaluées. Les résultats vont permettre aux scientifiques de tester plus directement leurs théories sur la façon dont les champs magnétiques se forment et évoluent à l'intérieur des étoiles.

*Sources : Sciences et techniques du CNES janvier 2016  
Futura Sciences*

*Gilbert Klein*

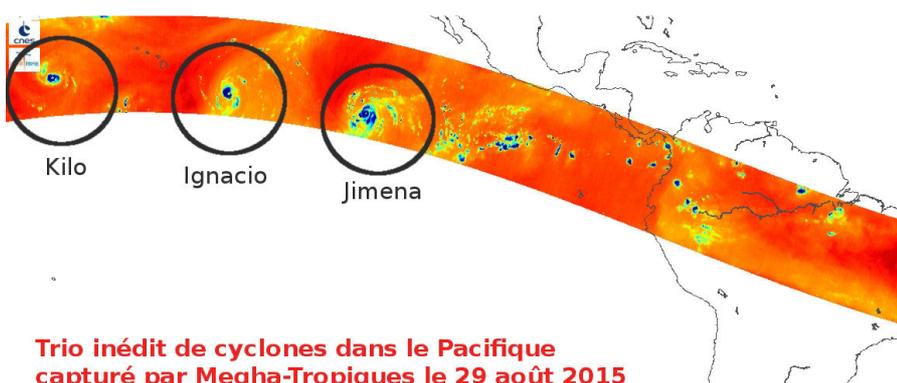
# Megha-Tropiques : un satellite franco-indien

Pour la 1<sup>ère</sup> fois depuis 1938, un ouragan prénommé Alex s'est formé au-dessus de l'Atlantique Nord. Le satellite américain Suomi NPP a photographié le phénomène le 15 janvier 2016.



*Crédits : NASA/NOAA*

Sa naissance avait été suivie par le satellite franco-indien Megha-Tropiques (destiné à étudier les échanges d'énergie thermique entre océans et atmosphère dans la zone tropicale) quelques jours plus tôt. Selon le communiqué de la NASA, Alex est alors devenu le 1er ouragan à se former en Atlantique Nord au cours d'un mois de janvier depuis 1938 alors que la saison des ouragans s'y étend normalement de juin à fin novembre.



*Crédit : CNES-ISRO-AERIS*

Le 29 août 2015, Megha-Tropiques avait également observé un phénomène météorologique hors-norme : la formation simultanée de 3 ouragans majeurs dans le Pacifique.

*Crédit : CNES  
NASA  
CNRS*

*Gilbert Klein*

## L'agenda

A noter : les modifications des dates données dans le bulletin de janvier et concernant la conférence d'Agnès Acker et de l'EPI de février (inversion entre la date de conférence et de l'EPI).

### Vendredi 19 février 2016

A 20h15 dans l'amphithéâtre de l'Observatoire de Strasbourg

### Déduire les propriétés d'une nébuleuse à partir de son spectre

Conférence présentée par **Agnès Acker**

Astrophysicienne et professeur de l'Université de Strasbourg, membre de la SAFGA

Les nébuleuses enchantent l'observateur par leurs couleurs. Ces radiations sont bien identifiées sur le spectre, dominées par les émissions de l'hydrogène, l'hélium, l'oxygène, le soufre ionisés. L'intensité de ces émissions est liée à la température de la nébuleuse dépendant de celle de l'étoile centrale, et à la densité des gaz.

### Soirée E.P.I.

Les prochaines réunions se tiendront les vendredi 26 février et 18 mars 2016 à 20h dans la salle de cours de l'Observatoire de Strasbourg.

## L'éphéméride de février

<b>La Lune</b>		Dernier quartier :	01 février	lever : 01h15	coucher : 11h43
		Nouvelle Lune :	08 février	lever : 07h26	coucher : 17h48
		Premier quartier :	15 février	lever : 11h26	coucher : 01h18
		Pleine Lune :	22 février	lever : 17h58	coucher : 07h05

