

L'ULg met un « TIGRE » dans son moteur

Un nouveau télescope pour les astronomes liégeois

Gregor Rauw & Yaël Nazé

Les astrophysiciens liégeois ont pu découvrir récemment les toutes premières observations, prises avec un nouveau télescope auquel ils auront un accès garanti au cours des 15 prochaines années. Le Télescope Robotique d'Hambourg, rebaptisé « el TIGRE » (pour el Telescopio Internacional de Guanajuato, Robótico-Espectroscópico), est le fruit d'un partenariat allemando-mexicano-liégeois.

Depuis quelques années, les astrophysiciens qui étudient la physique stellaire sont confrontés à un dilemme : alors que la taille des télescopes des grands observatoires tels que l'ESO, ne cesse d'augmenter, il devient de plus en plus difficile d'étudier des phénomènes à long terme associés aux étoiles relativement brillantes. En effet, les plus grands télescopes de ce monde se consacrent avant tout à l'étude d'objets très lointains, et très faibles, et les campagnes d'observation sur ces instruments ne durent en général que quelques jours, tout au plus. Pourtant, de nombreuses questions subsistent dans notre compréhension des astres, même relativement brillants. Un aspect qui fait particulièrement défaut est notre connaissance des phénomènes qui se déroulent sur des échelles de temps de quelques mois à quelques années. Pour répondre à cette demande, on a vu apparaître au cours de la dernière décennie un nombre croissant de télescopes « privés », où plusieurs équipes se mettent ensemble pour créer des consortia qui gèrent des télescopes, typiquement de diamètre 1 à 2m.

Naissance d'un félin céleste

C'est dans ce contexte que naît le projet el TIGRE. Tout commence en 2003 quand l'équipe du Prof Jürgen Schmitt de l'observatoire d'Hambourg achète un télescope de 1.2m de type Ritchey-Chrétien construit par la



Le télescope robotique d'Hambourg sur le site de Bergedorf (près d'Hambourg) en août 2012. Le miroir principal a un diamètre de 1.2m, une taille parfaitement adaptée pour l'étude d'étoiles brillantes. Le télescope est de type Ritchey-Chrétien avec une monture altazimutale.

firme allemande Halfmann Teleskoptechnik. Une fois installé sur le site historique de l'observatoire d'Hambourg à Bergedorf, le télescope est ensuite robotisé. Il est notamment doté d'un logiciel lui permettant de choisir ses cibles de manière autonome à partir d'une liste préétablie, en tenant compte de la météo, de la visibilité des cibles, etc. En 2007, l'équipe d'Hambourg acquiert le spectrographe HEROS (Heidelberg Extended Range Optical Spectrographe), un spectrographe échelle portable, qui avait déjà été utilisé sur plusieurs

Vue panoramique de la ville de Guanajuato, capitale de l'état du même nom, et située à 300 km au nord-ouest de Mexico City.



télescopes à l'ESO dans les années 1990. Le spectrographe est rénové et connecté par fibre optique à un des foyers Nasmyth du télescope. Il permet d'enregistrer en une seule pose, la quasi-totalité du spectre visible, depuis le proche ultraviolet (3700 Å) au proche infrarouge (8700 Å), avec un pouvoir de résolution spectrale de 20 000.

Toutefois, la météo à Hambourg n'étant pas idéale pour l'observation astronomique, l'équipe allemande se met à la recherche d'un partenaire disposant d'un site plus adapté. Suite à des contacts avec un ancien doctorant d'Hambourg, Klaus-Peter Schröder, devenu entre-temps professeur à l'université de Guanajuato au Mexique, une nouvelle idée

voit le jour : déménager le télescope sur le site de La Luz, à une demi-heure de route de l'ancienne ville coloniale de Guanajuato. Ce site, à une altitude de 2400m, accueille déjà un petit télescope (diamètre du miroir primaire de 57 cm) utilisé à des fins didactiques, et les statistiques au sujet de la météo sont bonnes : environ 80% des nuits sont utilisables pour des observations spectroscopiques.

Afin d'accueillir le télescope robotique, le site doit être aménagé : il faut construire une coupole, aménager le réseau électrique, installer un accès internet à bande large, etc. Et tout cela dépasse le budget dont dispose le département d'astronomie de l'université de Guanajuato. Fin 2009, Philippe Eenens, un ancien étudiant liégeois, devenu lui aussi professeur à Guanajuato, contacte ses collaborateurs liégeois. Moyennant une contribution financière de l'université de Liège au développement de l'infrastructure de La Luz, les astrophysiciens liégeois deviennent le troisième partenaire du projet. Les travaux peuvent alors reprendre, et à l'automne 2012, le télescope quitte Hambourg à destination du Mexique.



Installation du télescope sur le site de La Luz, en mars 2013.



El TIGRE en action sur le site de La Luz.

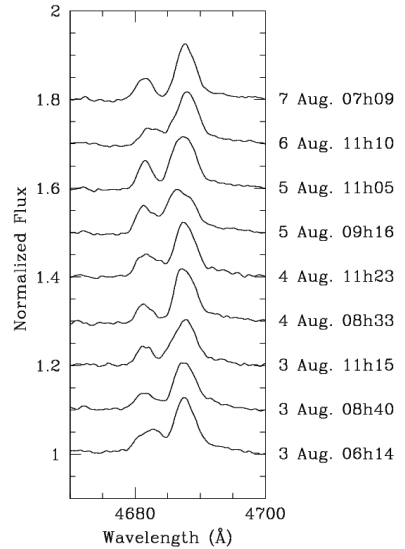
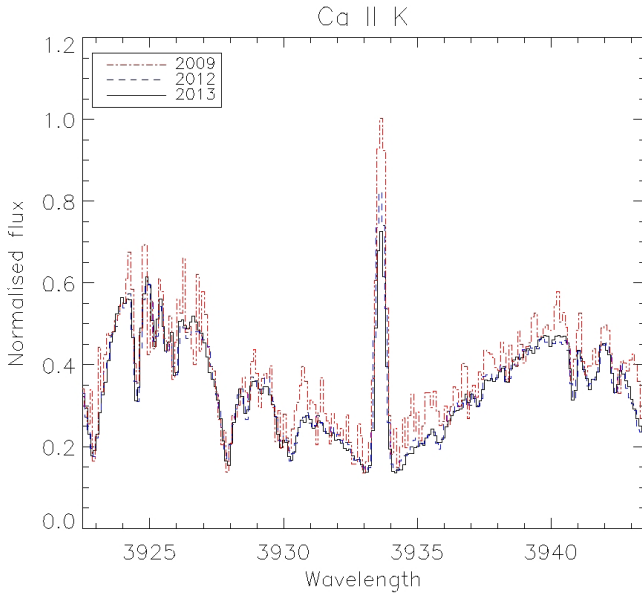
Après un long périple sur l’océan atlantique (il a fallu contourner l’ouragan Sandy), et à travers les méandres de la bureaucratie des services douaniers mexicains, le télescope arrive à La Luz fin février 2013. L’installation a alors lieu en mars 2013 et la première lumière « mexicaine » est enregistrée le 29 mars 2013. Les phases de test du télescope dans son nouvel environnement débutent en mai. Et les résultats sont à la hauteur des espérances : le gain en sensibilité entre Hambourg et La Luz est de 2 magnitudes ! Des spectres de très bonne qualité peuvent être enregistrés pour des cibles de magnitude 9, et dans des cas exceptionnels, le télescope peut même descendre jusqu’à la magnitude 14.

Premiers résultats

La spécificité du nouveau télescope est de permettre l’observation suivie et régulière

des astres, pendant des mois ou des années, ce qui n’est plus possible dans les grands observatoires. Par ailleurs, il possède un autre atout majeur : la capacité d’adapter son programme d’observation de manière très flexible en fonction du planning, nettement plus contraint, d’observatoires spatiaux, tels que l’observatoire à rayons X européen XMM-Newton. El TIGRE devient ainsi un acteur-clé pour des campagnes de suivi multi-longueurs d’onde.

Malgré une saison des pluies particulièrement intense et précoce cette année au Mexique, el TIGRE a déjà pu engranger une série d’observations de premier plan. Ainsi, le télescope a pu démontrer toute sa flexibilité dans le cadre de deux campagnes d’observations conjointes avec le satellite XMM-Newton. L’équipe d’Hambourg a ainsi pu étudier l’activité magnétique de l’étoile 61 Cygni, une étoile moins massive et plus froide



À gauche : la raie K du calcium dans le spectre de 61 Cygni à diverses époques. L'observation de 2013 a été prise avec el TIGRE depuis La Luz, simultanément avec des observations XMM-Newton. Les observations antérieures (plus bruitées) ont été prises depuis Hambourg. A droite : Les variations de la raie de l'hélium à 4686 Å dans le spectre de Lambda Cephei nous renseignent sur la structure de son puissant vent stellaire

que le Soleil, simultanément dans les rayons X et dans le domaine visible. Les variations des raies spectrales du calcium observées avec el TIGRE témoignent de l'existence d'un cycle d'activité magnétique de 61 Cygni similaire au cycle de 11 ans du Soleil. Les astronomes liégeois ont quant à eux observé la supergéante très massive Lambda Cephei pendant une semaine, simultanément avec XMM-Newton et el TIGRE. L'attention des chercheurs s'est surtout portée sur les changements de la signature du puissant vent stellaire de cette étoile, un flux de particules des milliards de fois plus dense et plus énergétique que le vent solaire.

En comparant les observations en rayons X et dans le domaine visible, nous pourrions déterminer la dynamique de ce vent stellaire et ainsi mieux comprendre sa nature et son impact considérable sur l'environnement de cette étoile.

Un invité surprise a également fait le bonheur des utilisateurs d'el TIGRE. Le 14 août dernier, une nouvelle étoile, Nova Delphini 2013, est apparue dans la constellation du Dauphin. Il s'agit en réalité d'un phénomène très rare, et de courte durée, associé à une gigantesque explosion au sein d'un couple stellaire comportant une naine blanche qui aspire la matière de son compagnon. Le télescope a pu récolter des spectres de Nova Delphini 2013 dès le 16 août. Les changements d'allure du spectre témoignent de la complexité de la déflagration qui a eu lieu dans cette étoile. Obtenir des spectres de bonne qualité dès les premières phases de ce type d'événement est crucial pour comprendre ce phénomène encore assez mal connu.

Contributions liégeoises

Grâce à la contribution de l'université de Liège, les astrophysiciens liégeois auront un accès garanti à 10% du temps d'observation pendant les 15 années de fonctionnement prévues pour le télescope. Ils les utiliseront à leur guise, pour divers projets stellaires destinés à mieux comprendre le fonctionnement des étoiles, un domaine pour lequel ils possèdent une expertise internationalement reconnue.

Le GAPHE (Groupe d'Astrophysique des Hautes Energies), moteur du projet, profitera du télescope pour approfondir ses études des étoiles massives. Ces objets, qui sont plus de dix fois plus massifs que le Soleil, jouent un rôle essentiel dans la fabrication et la dissémination des éléments chimiques (oxygène, azote, carbone, fer,...) essentiels à la formation des planètes et à l'apparition de la vie. Ils sont également capables de provoquer la naissance d'autres étoiles, de sculpter la matière interstellaire, d'ioniser leurs alentours pour y créer de jolies nébuleuses – bref, ces étoiles sont les véritables reines des galaxies. En dépit de leur importance, ces astres sont hélas mal connus, et c'est ici qu'el TIGRE joue un rôle important. Il permettra au GAPHE d'entreprendre non seulement des études approfondies de la variabilité de ces étoiles, mais aussi d'analyser les étoiles massives vivant en couples afin d'en déterminer précisément les propriétés fondamentales (masses, tailles, distances,...).

En partenariat avec le GAPHE, le groupe AEOS (Astrophysique Extragalactique et Observations Spatiales) étudiera avec el TIGRE les étoiles massives en fin de vie, baptisées LBVs (pour Luminous Blue Variables, variables bleues lumineuses). Ces objets rares (une dizaine seulement de connus dans notre Galaxie) permettent de sonder une phase instable, cruciale mais extrêmement courte, de la vie des étoiles massives. D'autres astrophysiciens du même groupe essaieront de détecter les particularités spectrales d'étoiles jeunes entourées de disques de débris protoplanétaires. En effet, il existe aux abords des étoiles jeunes des rochers et boules de glaces qui, en s'agglomérant, donnent naissance aux planètes. Cependant, toute la matière présente n'est

pas nécessairement utilisée, et le reste forme un disque de débris. Le spectrographe haute résolution attaché à el TIGRE donnera ici des informations précieuses sur la nature de ces étoiles jeunes, permettant de mieux comprendre comment se forment les planètes et les étoiles.

Le groupe ASTA (Astrophysique Stellaire Théorique et Astéroséismologie) utilisera le télescope pour étudier les pulsations d'étoiles. En effet, la surface des étoiles vibre continuellement, comme une peau de tambour. À l'image des instruments de musique, les fréquences et l'amplitude de ces oscillations dépendent des propriétés de l'étoile : une petite cloche et une grande cloche, une cloche en bois et une cloche en bronze ne donneront pas le même son. Les astrophysiciens obtiendront ainsi des informations sur les propriétés physiques de l'étoile considérée, mais aussi sur sa structure interne, inaccessible autrement (car la lumière émise par les étoiles ne provient que d'une fine couche externe).

El TIGRE et vous

Outre ces projets scientifiques, el TIGRE ouvre aussi des perspectives pour l'enseignement et pour l'astronomie participative.

Au niveau enseignement universitaire, el TIGRE offre un outil supplémentaire pour les travaux pratiques liés aux enseignements du master en sciences spatiales (qui est, rappelons-le, unique en Belgique). Ils pourront en outre proposer des programmes d'observations spectroscopiques à effectuer avec el TIGRE. Pour le secondaire et le primaire, un dossier pédagogique spécifique a été élaboré. Il invite à l'exploration des « signatures lumineuses de la matière » et permet donc de découvrir les bases de la spectroscopie. Indispensable en astronomie, chimie et physique, la spectroscopie a véritablement révolutionné la manière d'étudier la matière en permettant de déterminer les propriétés physiques des objets sans les toucher (donc sans les détruire). Elle a également modifié notre vision du monde, par exemple en mettant en évidence des éléments chimiques inconnus (hélium, rubidium, césium) ou en révélant que l'Univers est en expansion.

Le dossier proposé pour la mise en service du télescope (accessible via la page http://www.gaphe.ulg.ac.be/HRT/outreach_f.html) aborde plusieurs aspects de la spectroscopie grâce à de multiples activités adaptées à deux niveaux (1 = fin de primaire, 2 = fin de secondaire). On y découvrira notamment les secrets de l'arc-en-ciel, on explorera la face cachée de la lumière, et on construira un spectroscope, l'instrument qui dévoile ces signatures lumineuses. Ces activités permet-

tent de découvrir ou d'approfondir plusieurs points du programme officiel en sciences.

Au niveau de l'astronomie participative, el TIGRE pourrait stimuler la mise en place de campagnes d'observations conjointes entre astronomes amateurs et professionnels. Finalement, un appel à projets sera ainsi lancé parmi la communauté des amateurs : le projet gagnant verra son étoile observée par el TIGRE. Le premier appel aura lieu en 2014.