



ÉDIT'

Si les amateurs de sciences explorent des mondes inconnus. La Terre ne doit pas être en reste comme en témoigne toutes les recherches qui sont effectuées en Antarctique pour remonter le temps et comprendre la machine climatique, identifier les mécanismes qui président à la dynamique de l'atmosphère. L'exploration scientifique touche aussi le domaine de la philosophie, en posant des questions sur notre devenir, sur la Terre ou ailleurs, sur une exoplanète. Les mystères sont nombreux comme ceux à l'intérieur de notre propre galaxie : la Voie Lactée. Plus loin de nous, les observateurs de l'hémisphère sud ont dans le ciel les Nuages de Magellan, premières galaxies les plus proches de notre galaxie, mais si lointaines pourtant. Alors découvrons le ciel, explorons l'infini avec nos yeux, de simples jumelles, et émerveillons-nous de tant de beauté autour de notre petite planète bleue.

Jacques Rodriguez

SOMMAIRE

Titres	Pages
Editorial	1
Observation astronomique	1
Actualités astronomiques	1
Retracer l'histoire du climat des 1,5 millions d'années	2 & 3
Intensification de l'absorption du carbone par la végétation de l'hémisphère nord	3 & 4
Gravity observe une exoplanète	4 & 5
Des signaux de fumée en provenance du trou noir super-massif de la Galaxie	5 & 7
Le Grand Nuage de Magellan est à 162000 a-l de distance	7 & 9
Les constellations du Printemps	9 & 10
Petit dictionnaire de l'astronome	10 & 11
Photographier un filé d'étoiles	11 & 13
Ephémérides mai et juin 2019	13 & 14
Conférences du CIS	14

Observation astronomique

Coupe de la Sorbonne (17 rue de la Sorbonne Paris 6^{ème}) : Des séances d'observation peuvent avoir lieu le jeudi, samedi ou dimanche soir à la lunette de 153 mm,

animées par Jacques Petipas (à contacter quelques jours à l'avance au 01 46 65 91 96 ou au 06 77 16 47 54), en fonction de la météo et de la disponibilité de la coupole (gérée par la SAF).

Astroclub Vayrois de Vayres-sur-Essonne (91) :

Des observations sont organisées sur le stade de Vayres sur Essonne le vendredi soir. Il faut regarder l'agenda sur le site de l'Astroclub Vayrois : <http://astroclubvayres.monsite-orange.fr/>

Actualités astronomiques

La **Nuit européenne des musées 2019** aura lieu le *samedi 18 mai 2019*. Cette 15^{ème} édition de la Nuit européenne des musées sera l'occasion de profiter gratuitement des expositions, et d'un spectacle au Planétarium du Palais de la Découverte !

Une semaine pour célébrer le **premier pas de l'homme sur la Lune, du 12 au 20 juillet 2019**, les clubs d'astronomie se mobilisent à l'occasion du 50^e anniversaire. Nous serons présents sur le stade de Vayres sur Essonne à partir de 20h30 le 13 juillet.

Cette fin d'année a été fructueuse en matière de mouvements dans l'espace comme l'indique Mireille Daumas :

-grâce à sa nouvelle fusée **GSLV**, l'Inde vient de lancer un nouveau satellite de communication militaire **GSat 7A**,

-la Russie en a fait de même avec **BLAGOVEST-13L**
 -La France elle, a envoyé **CSO-1** destiné à remplacer **HELIOS** (acquisition d'images de très haute résolution)
 -La Chine outre son rover **CHANGE'4** sur la face cachée de la lune, a envoyé le premier satellite de sa constellation **HANGYUN** qui a terme sera composée de 156 satellites (GPS chinois)
 -la Société **SPACE X** a envoyé le satellite **VESPUCCI** version III du GPS.
L'ISS, grâce une nouvelle fois à **SOYOUZ**, a changé d'équipage (envoi du nouvel équipage le 7/12 récupération de l'ancien équipage le 21/12)
 La sonde **INSIGHT** sur Mars a déployé le sismomètre **SEIS** (premières mesures début 2019)
 Enfin événement majeur, le 1^o janvier 2019, la sonde **NEW HORIZONS** qui nous avait régalié, il y a déjà 3 ans avec de somptueuses images de **PLUTON**, a continué sa course et va survoler l'astéroïde "**ULTIMA THULE**" dans la ceinture de **KUIPER** ! Espérons que nous pourrons voir d'aussi belles photographies de cet objet céleste situé à près de 6 milliards de kilomètres de la Terre..

Retracer l'histoire du climat des 1,5 millions d'années

Dans le cadre d'un grand projet de l'Union européenne, des experts de 14 institutions de dix pays européens ont passé trois ans à scruter la glace antarctique, à la recherche du site idéal pour étudier l'histoire climatique des 1,5 million d'années écoulées. Le consortium Beyond EPICA - Oldest Ice, coordonné par Olaf Eisen de l'Alfred Wegener institute du Helmholtz centre for polar and marine research (AWI) à Bremerhaven et dans lequel sont fortement impliqués plusieurs scientifiques de l'Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE/OSUG, CNRS / IRD / UGA / Grenoble INP), a présenté ses conclusions lors de l'Assemblée générale de l'Union européenne des géosciences (EGU) qui s'est tenue à Vienne du 7 au 12 avril.

Dans le cadre du projet européen EPICA (European project for ice coring in Antarctica), de 1996 à décembre 2004, des chercheurs ont foré jusqu'à 3270 mètres de profondeur dans la glace antarctique à l'emplacement actuel de la station Concordia. À l'aide d'analyses détaillées des carottes de glace obtenues, ils ont pu reconstituer de façon fiable l'histoire climatique des 800 000 dernières années. "À cette époque, il y avait des périodes alternées : de longues périodes glaciaires et des périodes interglaciaires plus courtes, avec un cycle glaciaire-interglaciaire d'environ cent mille ans", explique Catherine Ritz, chercheuse CNRS à l'IGE et coordinatrice des tâches de prospection géophysique dans le projet Beyond EPICA. Grâce aux minuscules bulles piégées dans la glace et contenant de l'air de

l'époque où la glace s'est formée, les climatologues ont pu mesurer les concentrations des gaz à effet de serre importants que sont le dioxyde de carbone et le méthane. Ils ont ainsi pu trouver des liens clairs : lorsque le climat de la Terre était froid, il y avait beaucoup moins de dioxyde de carbone et de méthane dans l'air que pendant les périodes plus chaudes.

Malheureusement, les experts n'ont pas encore de carottes de glace permettant de mesurer la composition de l'atmosphère pour les centaines de milliers d'années antérieures à 800 000 ans. Or c'est précisément à cette époque que le rythme des alternances entre périodes froides et chaudes a changé considérablement. Selon Frédéric Parrenin, chercheur CNRS à l'IGE : "Il y a plus de 1,2 million d'années, les cycles ne duraient qu'environ 40 000 ans et étaient déclenchés par des changements réguliers de l'angle de l'axe terrestre. Il y a eu ensuite une période de transition d'environ 300 000 ans, avant que ne commence le rythme des cent mille ans, il y a environ 900 000 ans."

Les climatologues connaissent bien cette évolution climatique grâce à l'étude des sédiments qui se sont accumulés au fond des océans au cours des millénaires. Ces analyses donnent un aperçu des températures passées et des masses de calottes glaciaires qui recouvraient l'Antarctique, le Groenland et, pendant un certain temps, l'Amérique du Nord et l'Europe du Nord. En revanche, mesurer l'air des bulles emprisonnées dans la glace est la seule façon pour eux de recueillir des données directes sur les concentrations atmosphériques du dioxyde de carbone et du méthane et leurs liens avec l'évolution du climat.



Little Dome C en 2017-2018. Ce camp a servi de base de départ pour la prospection géophysique à l'aide d'un radar de surface tiré par un véhicule à chenilles dont on peut voir les traces. © Beyond EPICA, Pilote du twin otter PNRA

"Par conséquent, après avoir recueilli les échantillons EPICA vieux de 800 000 ans, il y a de très bonnes raisons de forer dans de la glace vieille d'au moins 1,5 million d'années", explique F. Parrenin. Cela permettrait aux chercheurs d'évaluer non seulement les conditions climatiques pendant la "transition du milieu du

Pléistocène", mais aussi le rythme de 40 000 ans qui l'a précédée. Comme le signal des molécules emprisonnées dans la glace tend à se détériorer quelque peu au cours du temps, ce qui peut biaiser les analyses, les experts recherchent de la glace à relativement haute résolution, c'est-à-dire de la glace dans laquelle une carotte de glace d'un mètre de long contiendrait dix mille ans d'histoire climatique, et pour laquelle la détérioration due au vieillissement serait moins sévère.

C'est dans cette optique que, au cours des trois dernières années, les chercheurs du projet Beyond EPICA de dix pays européens - soutenus par leurs pairs australiens, américains, japonais et russes - ont cherché dans l'Antarctique des glaces qui répondent à ces critères d'âge et de résolution. Pour analyser les couches de glace sous la surface, ils ont utilisé des radars embarqués lors de vols au-dessus de l'Antarctique ainsi que des radars de surface. Ils ont également testé directement ces couches en prélevant de la glace à des profondeurs pouvant atteindre 400 mètres.

Leurs constatations leur ont permis de tirer des conclusions sur les caractéristiques des couches plus profondes et donc plus anciennes. Ce faisant, le site "Little Dome C" s'est progressivement imposé comme le meilleur candidat car, en ce lieu, la glace a au moins 1,5 million d'années ; il offre une bonne résolution même dans ses parties les plus anciennes ; il ne fond pas à la base, malgré le flux de chaleur venant de la Terre et l'effet isolant créé par l'épaisse couche de glace.

Si l'Union européenne approuve la deuxième phase de Beyond EPICA, une équipe d'experts coordonnée par Carlo Barbante de l'Université de Venise, et incluant des scientifiques de plusieurs laboratoires français⁽¹⁾, établira un camp à Little Dome C où elle vivra dans des caravanes pendant le forage. L'objectif est de recueillir des carottes de glace d'un diamètre de dix centimètres à partir de la mi-novembre 2021. Pendant trois étés antarctiques, les forages se poursuivront de la mi-novembre au début de février, jusqu'à une profondeur de 2730 mètres (en 2024), où la glace devrait avoir au moins 1,5 million d'années. En 2025, les premières données issues des analyses de carottes glaciaires devraient être disponibles, ce qui permettra à l'équipe internationale de chercheurs d'explorer les liens entre les gaz à effet de serre atmosphériques et le climat pendant la "transition au milieu du pléistocène" et les époques antérieures.

Le site "Little Dome C" est l'un des endroits les plus froids, les plus stériles et les plus dénudés de la Terre. Il est à quelques heures en véhicule à chenilles (environ 30 kilomètres) de la station antarctique Concordia, exploitée conjointement par la France (Institut polaire français) et l'Italie (ENEA) et située dans la région Wilkes Land à 3 233 mètres d'altitude. Les chercheurs n'y voient presque jamais de précipitations et la température annuelle moyenne est de - 54,5 °C ; les

températures dépassent rarement - 25 °C en été et peuvent descendre en dessous de - 80 °C en hiver.

Note : *Les laboratoires impliqués sont l'Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE/OSUG, CNRS / IRD / UGA / Grenoble INP), le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE/IPSIL, CNRS / CEA / UVSQ) et le Centre européen de recherche et d'enseignement de géosciences de l'environnement (CEREGE/PYTHÉAS, CNRS / AMU / IRD / Collège de France). L'Institut polaire français Paul Émile Victor et son homologue italien l'ENEA (Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente) sont partenaires du projet, en charge de la logistique.*

Contact : *Catherine Ritz, IGE*

Source : I.N.S.U.

Intensification de l'absorption du carbone par la végétation de l'hémisphère nord

A partir des données de long terme sur les concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère, un groupe international de scientifiques, coordonné par le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE/IPSIL, CEA / CNRS / UVSQ), a découvert que la végétation de l'hémisphère nord absorbait des quantités de plus en plus grandes de CO₂ produit par l'Homme, contribuant ainsi à ralentir le réchauffement climatique. Ces résultats sont parus dans Nature, le 3 avril 2019.



Forêt de bambou - Chine.

Genèse de cette découverte

Au début des années 1990, un petit nombre de stations atmosphériques et de données océaniques a permis de découvrir que les biomes terrestres de l'hémisphère nord absorbent des quantités substantielles de CO₂. Cette découverte, initialement controversée, a été confirmée ultérieurement par des inventaires de la biomasse des

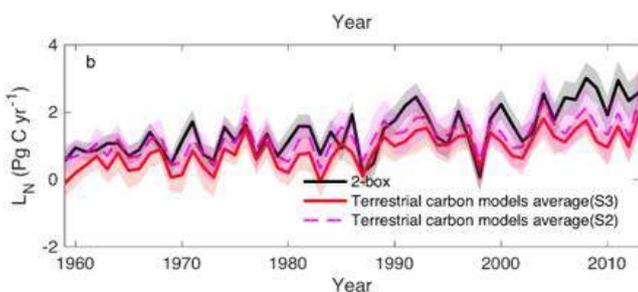
forêts et par la mise en place de nouvelles stations de mesure atmosphérique.

Trente ans plus tard, l'ampleur exacte et l'évolution du puits de carbone terrestre de l'hémisphère nord sont encore méconnues. Les résultats des modèles de cycle du carbone diffèrent les uns des autres. En effet, la grande diversité des écosystèmes allant des arbustes méditerranéens à la toundra arctique, la gestion contrastée de ces milieux, notamment la récolte forestière et les pratiques culturales, ainsi que les événements comme les sécheresses et les incendies compliquent fortement l'estimation des bilans de carbone à l'échelle continentale.

Une équipe internationale de chercheurs, coordonnée par le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CEA/CNRS/UVSQ), a reconstruit l'évolution des puits de carbone des continents, à l'aide d'enregistrements de la teneur atmosphérique en CO₂, entre 1958 et 2016. Ces enregistrements uniques qui couvrent une période de plus de 50 ans proviennent des deux plus anciennes stations de mesure atmosphérique du CO₂ : « Mauna Loa », situé à Hawaï pour l'hémisphère nord et « Pôle Sud » en Antarctique pour l'hémisphère sud.

La végétation de l'hémisphère nord, élément essentiel contre le réchauffement climatique

La différence entre les enregistrements de CO₂ dans le Nord et dans le Sud révèle que la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère reste en moyenne plus élevée dans l'hémisphère nord. Ceci s'explique par les émissions de CO₂ issues des combustibles fossiles qui sont principalement localisées dans les régions industrialisées du Nord. Cependant, cette différence de niveau n'est pas aussi importante que ne le laisse anticiper la différence entre bilans des émissions fossiles dans l'hémisphère nord et sud. Cela ne peut s'expliquer que par l'ajout d'un puits de CO₂ considérable chaque année en partie dans les océans, mais principalement sur les continents du Nord.



Courbe de l'augmentation du puits de carbone de l'hémisphère nord depuis 1958. Les unités sont des milliards de tonnes de carbone absorbé et stocké chaque année dans la végétation et les sols, dénommées des péta-grammes de carbone (Pg C) par an. En noir avec l'incertitude en gris, le puits déduit des enregistrements de CO₂ des deux observatoires atmosphériques de

Mauna Loa (Nord) et Pole Sud (Sud). En rouge, ce que simulent les modèles globaux du carbone dans la biosphère continentale en prenant en compte les changements d'utilisation des sols, l'augmentation du CO₂ et les changements climatiques récents.

En pointillé rose, les mêmes modèles, avec seulement les effets de l'augmentation du CO₂ et des changements climatiques récents. On savait jusqu'à présent que la végétation terrestre et les océans capturent une quantité de CO₂ égale à la moitié des émissions générées par les activités humaines. Cette nouvelle étude montre que le puits de la végétation dans l'hémisphère nord a eu un rôle prédominant dans cette absorption globale depuis 50 ans. Loin d'être compromis par les sécheresses et les changements climatiques récents, ce puits de carbone a même considérablement augmenté au cours des vingt dernières années.

« De 1958 à nos jours, la végétation de l'hémisphère nord a continué d'absorber une quantité importante de CO₂ avec deux augmentations significatives dans les années 1990, puis 2000. D'autre part, « l'absorption du carbone par les continents de l'hémisphère sud semble stagner », explique Philippe Ciais, chercheur au Laboratoire de recherche sur le climat et l'environnement qui a dirigé l'analyse. « Les modèles de cycle du carbone dans la végétation et les sols utilisés pour évaluer les futures projections de CO₂ et envisager l'évolution climatique n'ont pas été en mesure de reproduire l'intensification de l'absorption de CO₂, observée dans les années 2000 ».

Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer ce phénomène réel d'augmentation de l'absorption du carbone dans l'hémisphère Nord, qui ne correspond pas aux simulations des modèles : la croissance et les âges relativement jeunes des forêts, notamment en Amérique du Nord et en Chine, mais aussi la fertilisation des écosystèmes en Asie qui ont été exposés à des quantités accrues d'azote provenant de l'atmosphère et à des modifications des pratiques de gestion des sols.

La reconstitution sur près de soixante ans du bilan de CO₂ des écosystèmes de l'hémisphère nord permet ainsi aux climatologues de mieux comprendre le cycle du carbone et de définir une référence pour des actions de conservation ou de séquestration du carbone dans les sols et la biomasse pour les prochaines décennies.

Source : *Five decades of northern land carbon uptake revealed by the interhemispheric CO₂ gradient, P. Ciais, J. Tan, X. Wang, C. Roedenbeck, F. Chevallier, S.-L. Piao, R. Moriarty, G. Broquet, C. Le Quéré, J. G. Canadell, S. Peng, B. Poulter, Z. Liu & P. Tans.*

Contact : *Philippe Ciais, LSCE/IPSL*

Source : *I.N.S.U.*

Gravity observe une exoplanète

Pour la première fois, des astronomes ont pu observer une exoplanète par interférométrie optique. L'instrument GRAVITY, qui équipe l'Interféromètre du Very Large Telescope (VLTI) de l'ESO, a révélé en détail la composition chimique d'une jeune exoplanète superjovienne. Résultat : une atmosphère principalement composée de monoxyde de carbone, des nuages de poussières de silice et de fer emportés dans une large tempête planétaire, et une température maintenue par effet de serre à plus de 1000K. Ces observations non seulement nous en apprennent plus sur la structure atmosphérique de ces planètes, mais ouvrent également la voie sur une nouvelle technique de caractérisation exoplanétaire.

La collaboration GRAVITY¹ a annoncé dans la revue *Astronomy & Astrophysics* avoir effectué la première observation d'une exoplanète par interférométrie optique. Pour cette première, c'est l'exoplanète HR8799e qui a été choisie. Découverte en 2010, cette Super-Jupiter² est située à 129 années-lumière, au cœur de la constellation Pégase.



Vue d'artiste de HR8799e, première exoplanète observée par interférométrie optique grâce à l'instrument GRAVITY © ESO/L. Calçada

Elle fait partie d'un système contenant quatre autres exoplanètes également très massives (entre 5 et 10 fois la masse de Jupiter). Elles sont aussi très jeunes : âgées seulement de 30 millions d'années, elles portent encore les traces de leur formation.

La caractérisation de HR8799e s'avère ainsi intéressante. Cependant, celle-ci est difficile : il est en effet très dur de distinguer le signal de la planète à côté de la lumière provenant de son étoile hôte, plusieurs dizaines de milliers de fois plus puissante. Cela reviendrait à vouloir filmer un moustique volant autour d'un lampadaire situé à 10 km de la caméra. Cette observation requiert donc

l'utilisation d'un instrument doté d'une résolution et d'une sensibilité particulièrement élevées.

L'instrument GRAVITY est capable d'utiliser les quatre télescopes de 8,2 mètres qui constituent le VLT (Very Large Telescope) de l'ESO, installé à l'observatoire de Cerro Paranal, au nord du Chili. Par la technique de l'interférométrie, ces quatre télescopes peuvent être utilisés de concert afin de former un super télescope, le VLTI, propre à distinguer des détails que les télescopes individuels seraient incapables de voir.

Le principe d'interférométrie est le suivant : les quatre télescopes sont pointés vers le même astre, en l'occurrence HR8799e. L'onde électromagnétique provenant de la planète passe alors par les quatre télescopes à la fois, avant d'être recombinaisonnée sur un détecteur où les photons issus de la planète peuvent être clairement distingués des photons provenant de l'étoile. On obtient alors un spectre de HR8799e d'une extrême pureté, dix fois plus détaillé que toutes les observations antérieures, révélant ainsi la composition chimique de son atmosphère.

L'analyse atmosphérique a montré une concentration importante de monoxyde de carbone, et un déficit en méthane. Les chercheurs expliquent ce surprenant déséquilibre chimique par des courants qui viennent mélanger les couches atmosphériques : ces vents sont si rapides qu'ils empêchent le monoxyde de carbone de s'associer à l'hydrogène afin de donner du méthane.

Autre résultat : l'équipe a observé la présence de poussières qui viennent rougir la lumière exo-planétaire. Un phénomène expliqué par la condensation de particules de silice et de fer dans les hautes couches atmosphériques, et qui laisse à penser que l'atmosphère de HR8799e subit actuellement une énorme tempête particulièrement violente. Ces observations montrent sous un nouveau jour l'activité atmosphérique dans les jeunes planètes. Loin d'être des simples boules de matière uniforme, l'atmosphère des exoplanètes commence maintenant à se révéler dans toute sa complexité.

Cerise sur le gâteau, la technique interférométrique permet aussi de déterminer avec précision la position de la planète, révélant que HR8799e est inclinée de 2° par rapport à ses planètes voisines. Finalement rien de surprenant, quand on sait que l'orbite de Jupiter est inclinée de 1.3° par rapport à celle de la Terre. Mais c'est une pierre supplémentaire à notre connaissance du système exo-planétaire multiple HR8799.

Ainsi, grâce à l'interférométrie optique, les astronomes disposent d'une méthode supplémentaire pour caractériser les exoplanètes, et ainsi remonter à leur processus de formation.

Notes :

1. La collaboration GRAVITY, incluant en France le Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (LESIA, Observatoire de Paris-PSL/CNRS/Sorbonne Université/Univ. Paris Diderot) et

l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (IPAG, Université Grenoble Alpes/CNRS).

2. Une Super-Jupiter (ou planète superjovienne) est une planète dont la masse est supérieure à celle de Jupiter

Source : GRAVITY Collaboration. *First direct detection of an exoplanet by optical interferometry Astronomy and Astrophysics*

Contact : Sylvestre Lacour, LESIA

Source : I.N.S.U.

Des signaux de fumée en provenance du trou noir super-massif de la Galaxie

Une équipe internationale impliquant des chercheurs du CEA et du CNRS, vient de découvrir l'existence de deux bulles de gaz chaud s'échappant jusqu'à des distances d'environ 500 années-lumière, de part et d'autre de l'environnement du trou noir massif situé au centre de notre Galaxie. Ces résultats sont publiés dans la revue Nature du 21 mars 2019.

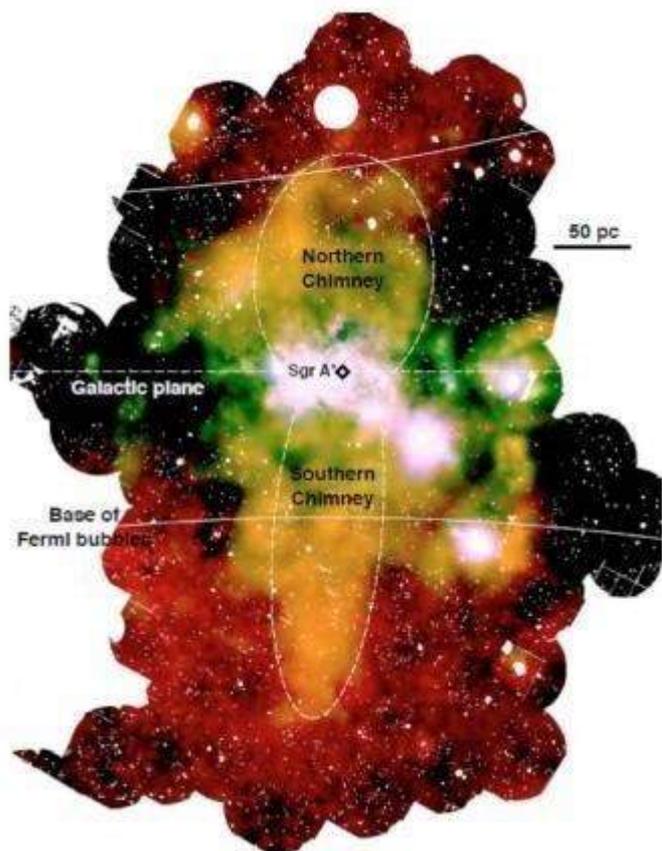


Image en rayons X de basse énergie de la région autour du centre galactique, obtenue avec les données XMM-Newton entre 2016 et 2018, ainsi que des données d'archive [le code couleur indique l'énergie des rayons X détectés : rouge (1.5-2.6 keV), vert (2.35-2.56 keV) et bleu (2.7-2.97 keV)]. Les sources ponctuelles ont été masquées et apparaissent comme des cercles blancs. La

région totale couvre une dimension de 1 800 par 1 600 années-lumière autour du trou noir massif Sgr A au centre (marqué par un losange). Le plan de notre Galaxie est indiqué au milieu par la ligne horizontale (en pointillés blancs) ainsi que la base des grandes «bulles de Fermi». Les deux ellipses blanches de part et d'autre (en pointillés) montrent les nouvelles structures en forme de cheminées mises en évidence par cette étude. © 'Ponti et al. Nature 2019, XMM-Newton*

Tout comme les messages des amérindiens transmis par des bulles de fumée visibles de loin, les «cheminées de gaz chaud» s'échappent de part et d'autre de l'environnement du trou noir massif situé au centre de notre galaxie, jusqu'à des distances d'environ 500 années-lumière. Ces bulles de gaz chaud, qui nous renseignent sur l'activité passée intense du trou noir et des régions centrales galactiques, viennent d'être découvertes par une équipe internationale dont fait partie le département d'astrophysique du CEA-Irfu et des chercheurs du CNRS.

Un monstre endormi

Les régions situées au centre de la Voie lactée représentent un véritable laboratoire pour l'astrophysique des hautes énergies. Elles ont déjà fait l'objet de nombreuses études, notamment en rayons X, qui permettent de détecter les phénomènes les plus énergétiques de la région dont le gaz très chaud dans les environs immédiats du trou noir supermassif Sagittarius A*, situé au centre de notre galaxie. Ce trou noir central, de plus de 4 millions de fois la masse du Soleil, est actuellement largement inactif. Jusqu'ici, il est responsable seulement d'un fort rayonnement d'ondes radio et d'une très faible émission de rayons X.

Pourtant, l'observation récente par le satellite gamma de hautes énergies Fermi de larges structures vers le centre galactique, baptisées «bulles de Fermi», laisse soupçonner une possible violente activité dans le passé.

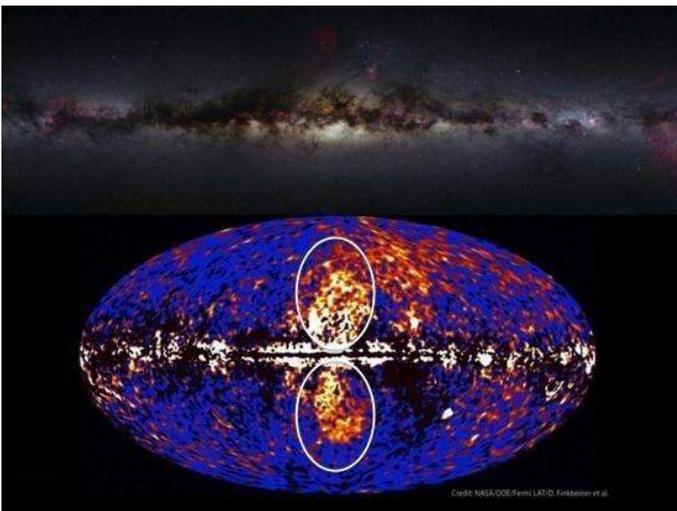
Des cheminées de gaz chaud

De 2016 à 2018, une équipe de chercheurs a mobilisé le satellite européen XMM-Newton pour établir une carte à grande échelle de l'émission en rayons X de la région du centre de la galaxie. Cette équipe, composée d'astrophysiciens du département d'astrophysique du CEA-Irfu, du CNRS, du laboratoire Astroparticule et cosmologie de Paris (APC, CNRS/Université Paris Diderot/CEA/Observatoire de Paris) et de l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (IPAG, CNRS/Université Grenoble Alpes) avec le soutien du Centre national d'études spatiales (CNES), ont établi près de cinquante nouvelles observations sur une durée de plusieurs dizaines d'heures. Ces dernières se sont jointes aux observations déjà acquises par le satellite, en orbite depuis près de vingt ans, et ont permis d'aboutir à une image spectaculaire.

La carte de l'émission en rayons X couvre une région de 1800 par 1500 années-lumière à la distance du centre galactique. Elle a révélé l'existence de véritables "cheminées" de gaz, deux structures en forme de

cylindres, qui semblent remplies d'un gaz très chaud à des températures de plusieurs millions de degrés, et s'échappant de part et d'autre du centre de la galaxie. Ces cheminées culminent jusqu'à une hauteur d'environ 500 années-lumière, perpendiculairement au-dessus du plan galactique, exactement dans l'axe des bulles de Fermi.

Pour Andrea Goldwurm, du Département d'Astrophysique du CEA au laboratoire Astroparticule et cosmologie de Paris, et co-auteur de cette étude : *« l'hypothèse la plus convaincante est que les cheminées de gaz chaud que nous avons découvertes pourraient être le canal qui transporte l'énergie de la région active du centre de la Galaxie vers l'extérieur, alimentant ainsi les bulles de Fermi, comme le suggère leur morphologie. »*. Néanmoins, le lien immédiat avec le trou noir super-massif n'est pas totalement éclairci, comme le rappelle Maïca Clavel, chercheuse CNRS à l'Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble et co-auteur de cette publication : *« Bien que ce lien ne puisse pas être entièrement exclu, en raison de l'intermittence probable de l'injection d'énergie provenant des régions centrales, la carte de l'émission radio du trou noir n'appuie pas directement l'idée que les cheminées sont une continuation des lobes radio internes. »*



En haut : image du plan galactique en lumière visible. Au centre de l'image, le centre de la Galaxie abritant le trou noir massif est totalement obscurci par les poussières. En bas : image de la Galaxie observée en rayons gamma de très hautes énergies par le satellite Fermi. Du centre de la Galaxie de part et d'autre du plan galactique, deux grandes zones d'émission baptisées "bulles de Fermi" (soulignées par les ellipses) ont été découvertes en 2010. © Fermi/Nasa

En dehors du trou noir massif, le centre de la galaxie est en effet très riche en étoiles. Il ne peut être exclu que l'explosion en chaîne d'étoiles (supernovae) ou qu'un vent de particules issu d'étoiles très massives, soit également une source d'énergie importante alimentant le gaz chaud des cheminées.

Néanmoins, le lien établi entre les cheminées de gaz découvertes par XMM et les grandes bulles de Fermi est un indice important démontrant que l'activité du centre

de notre galaxie été très intense dans le passé, il y a seulement quelques millions d'années. Le trou noir central est plus que jamais sous surveillance.

Note :

1. « Bulles de Fermi » : Découvertes en 2010, les « bulles de Fermi » sont deux larges volumes d'émission en rayons gamma de très hautes énergies (GeV), s'étendant sur environ 25 milliers d'années-lumière, de part et d'autre du plan galactique. Si témoignent d'une activité exceptionnelle au cœur de notre galaxie, leur origine reste un mystère. Leur association directe avec le trou noir central n'a pu encore être démontrée de façon certaine.

Source : A.G. Ponti, F. Hofmann, E. Churazov, M. R. Morris, F. Haberl, K. Nandra, R. Terrier, M. Clavel, A. Goldwurm. *An X-ray Chimney extending hundreds of parsecs above and below the Galactic Centre. Nature (2019) doi: 10.1038/s41586-019-1009-6*

Contact : Maïca Clavel, IPAG

Source : I.N.S.U.

Le Grand Nuage de Magellan est à 162 000 a-l de distance

La distance au Grand Nuage de Magellan, galaxie satellite la plus proche de la Voie Lactée, est déterminée avec une précision inégalée et symbolique de 1 %. Fruit de travaux menés depuis plus de 20 ans, ce résultat remarquable auquel ont contribué des chercheurs du laboratoire Joseph-Louis Lagrange (LAGRANGE, Université Côte d'Azur/ Observatoire de la Côte d'Azur/CNRS) et du Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (LESIA, CNRS/Observatoire de Paris/Sorbonne Université/Université Paris-Diderot) paraît dans la revue Nature, le 14 mars 2019.

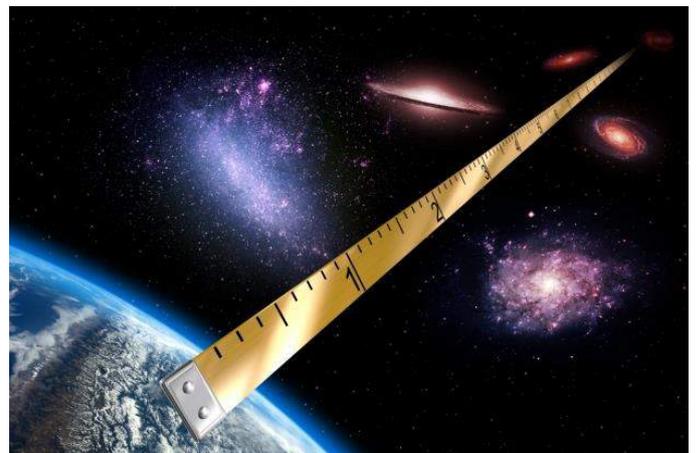


Figure d'artiste.

Pour la première fois, l'équipe du projet Araucaria a déterminé la distance du Grand Nuage de Magellan avec une précision de 1%. Cette précision est comparable par exemple à celle que l'on peut atteindre en mesurant la

taille d'une personne à une longueur de cheveu près, à la « simple » différence que dans le cas du GNM, la distance mesurée correspond à 162 000 années-lumière, soit 1,53 milliard de milliards de kilomètres.

Le Grand Nuage de Magellan (GNM) sert de point d'ancrage pour étalonner les échelles de distance dans l'Univers. C'est dire l'importance de ces travaux récents qui, par échafaudage, mènent à la détermination de la constante de Hubble, une quantité fondamentale en cosmologie qui caractérise le taux d'expansion de l'Univers.

Les céphéides, méthode classique

Le Grand Nuage de Magellan abrite un grand nombre de céphéides, un type d'étoiles pulsantes particulièrement brillantes. Ces étoiles supergéantes se singularisent par la relation existant entre leur période de variation lumineuse et leur luminosité intrinsèque: les céphéides varient avec une période d'autant plus longue qu'elles sont plus brillantes, selon la loi de Leavitt. Cette loi a été découverte par l'astronome américaine Henrietta Leavitt en 1908 grâce à l'étude des céphéides du Grand Nuage de Magellan, où plus de 4000 céphéides sont aujourd'hui répertoriées.

Appliquée aux céphéides détectées dans les galaxies lointaines, la loi de Leavitt permet d'étalonner la luminosité intrinsèque d'un indicateur secondaire de distance permettant d'aller encore plus loin: les supernovae de Type 1a ou SN1a. Ces explosions d'étoile sont des événements rares mais extrêmement brillants, et donc détectables à de très grandes distances de plusieurs milliards d'années-lumière. A l'affût des supernovae SN1a, les astronomes cartographient l'univers, et peuvent déterminer le taux d'expansion de l'univers, quantifié par la constante de Hubble H_0 . Grâce à ces mesures de distance obtenues de proche en proche, on peut ainsi étudier un des problèmes les plus épineux de la cosmologie moderne: la nature de l'énergie noire.

Il existe dans la littérature plusieurs centaines d'estimations de distance du Grand Nuage de Magellan, basées sur un grand nombre d'indicateurs de distance astrophysiques différents, dont les céphéides. Néanmoins, chaque méthode possède ses propres biais.

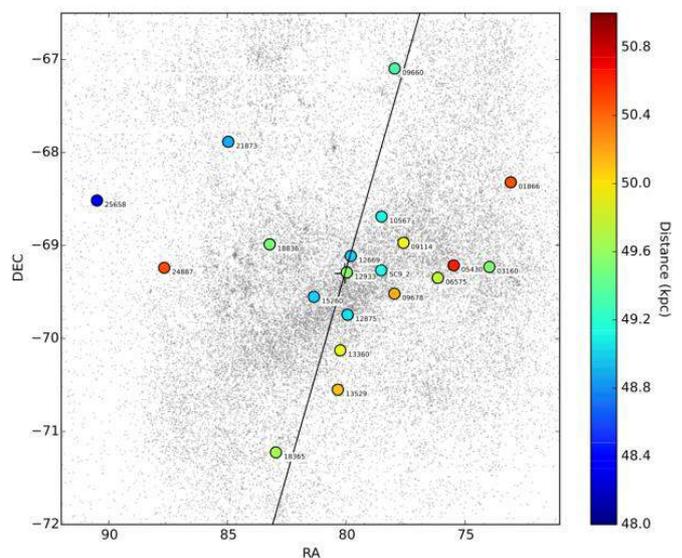
Une méthode infallible

Au sein du projet international Araucaria, les chercheurs ont étudié des étoiles binaires à éclipses situées dans le Grand Nuage de Magellan. Ces objets remarquables sont constitués de deux étoiles en orbite autour de leur centre de gravité, qui s'éclipsent mutuellement à intervalle régulier.

Les variations de lumière enregistrées lors des éclipses, associées aux variations de vitesse de chacune des deux étoiles, permettent de contraindre avec une grande précision leurs diamètres linéaires. Parallèlement, on utilise le fait que ces étoiles émettent de la lumière selon une relation très précise entre la température ou la couleur de l'étoile, sa magnitude apparente et son diamètre angulaire (sa taille apparente). La combinaison

de l'estimation du diamètre linéaire des deux étoiles de la binaire à éclipse, avec celle de leurs diamètres angulaires, permet d'obtenir une mesure précise de sa distance.

L'application pratique de cette technique de mesure est cependant difficile, car les binaires à éclipses visées dans cette étude sont des objets « froids » et qui émettent relativement peu de lumière. Ainsi, l'équipe du projet Araucaria a suivi près de 35 millions d'étoiles dans le GNM pendant plus de 20 ans. Sur ces 35 millions d'objets, vingt binaires à éclipses seulement ont été soigneusement sélectionnées, puis suivies à l'aide de grands télescopes pendant plus de 15 ans. En combinant la distance estimée des vingt binaires à éclipse observées, l'équipe a mesuré une distance au GNM de 162 000 années-lumière, soit 1 530 000 000 000 000 km (1,53 milliard de milliards de kilomètres) avec une précision encore jamais atteinte de 1 %.



Les vingt binaires à éclipses détectées dans le Grand Nuage de Magellan, la plus proche galaxie satellite de la Voie Lactée. Grâce à une mesure précise de la distance de ces vingt binaires à éclipse, une distance au Nuage de Magellan a été obtenue avec une précision inégalée de 1.0%. Figure extraite du papier Nature Pietrzynski et al. (2019).

Retombées fondamentales pour l'astrophysique

Il s'agit de la première mesure de distance d'une galaxie avec une telle précision. Elle donne ainsi la meilleure référence absolue pour l'échelle des distances extragalactiques et donc pour la mesure de la constante de Hubble, actuellement objet d'une controverse.

Cette mesure est aussi fondamentale pour mieux comprendre la nature de la mystérieuse énergie noire. D'autres retombées sont attendues comme une meilleure connaissance de toutes les classes d'objets célestes situés dans le GNM, ou encore l'étalonnage et la validation d'autres méthodes de mesure de distance, par exemple les mesures de parallaxes obtenues par le satellite européen Gaia de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). L'apport français à ce résultat est décisif et relève d'une expertise reconnue en interférométrie optique à longue

base. L'obtention d'une telle précision n'aurait pas été possible sans un nouvel étalonnage de la relation entre la couleur de l'étoile, sa magnitude apparente et son diamètre angulaire. Il a été réalisé grâce à l'instrument français PIONIER placé au foyer du grand interféromètre optique européen de l'Observatoire Européen Austral (ESO), le Very Large Telescope Interferometer (VLTI) installé au nord du Chili. Les équipes françaises possèdent une position privilégiée au niveau international pour la conception, le développement et l'exploitation des instruments interférométriques.

Ces travaux de recherche rapportés ont bénéficié du soutien de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR, projet UnlockCepheids) et du Conseil Européen de la Recherche (ERC, projet CepBin).

Sources : *G. Pietrzyński, D. Graczyk, A. Gallenne, W. Gieren, I. B. Thompson, B. Pilecki, P. Karczmarek, M. Górski, K. Suchomska, M. Taormina, B. Zgirski, P. Wielgórski, Z. Kołaczkowski, P. Konorski, S. Villanova, N. Nardetto, P. Kervella, F. Bresolin, R. P. Kudritzki, J. Storm, R. Smolec & W. Narloch. A distance to the Large Magellanic Cloud that is precise to one per cent Nature (2019) doi: 10.1038/s41586-019-0999-4*

Contacts :

Nicolas Nardetto, LAGRANGE
 Nicolas.Nardetto@oca.eu
 Pierre Kervella, LESIA
 pierre.kervella@obspm.fr

Source : I.N.S.U.

Les constellations du Printemps

Au printemps, des constellations sont bien présentes dans le ciel et l'observation est facilitée par leur position au milieu de la voûte céleste. La Chevelure de Bérénice, la Couronne Boréale et les Chiens de Chasse, sont certes des constellations discrètes, mais elles recèlent de magnifiques et étranges objets du ciel profond.

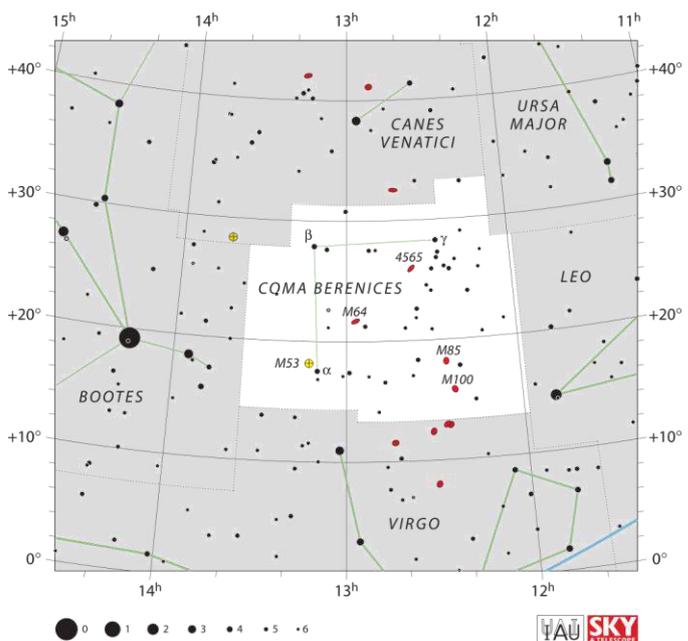
La constellation de la Chevelure de Bérénice (Coma)
 Située perpendiculairement au plan de la Voie Lactée, précisément sur le pôle nord galactique, cette région du ciel brille, aux yeux des astronomes, par l'absence de matière interstellaire. Une petite fenêtre ouverte sur une portion de l'univers où se déploie d'incommensurables réseaux de galaxies ... !
 Une étoile brillante est Alpha Coma Berenices, aussi nommée le Diadème. Sa magnitude n'est que de 4,32. Le diadème est un jeune couple stellaire très serré à 58 a-l. Beta Coma, l'étoile la plus brillante, est une soeur de notre Soleil, elle lui ressemble comme deux gouttes d'eau. Légèrement plus grande, plus chaude et 10 % plus

massive. Distante de 30 a-l., Beta Coma a un cycle d'activité qui dure 16,6 ans.

La première attraction visuelle de cette partie du ciel demeure l'essaim d'étoiles Melotte 111. Il est impressionnant à parcourir avec une paire de jumelle : un délicat semis d'étoiles qui occupe une surface de près de cinq degrés dans la voûte céleste.

L'un des premiers objets à découvrir est l'amas globulaire Messier 53. En 1775, Johann Bode qui fut le premier à l'observer, y voyait une tache floue et globuleuse à 60 000 a-l. Deux ans plus tard, Charles Messier la redécouvrit indépendamment et l'ajouta à son célèbre catalogue peuplé de « nébuleuses ». Non loin de là visuellement, l'amas NGC 2053, peut apparaître dans l'oculaire aussi épars qu'un amas ouvert.

Il y a pléthore de galaxies à observer entre les cheveux fins de l'ancienne reine d'Egypte, Bérénice. Deux amas de galaxies se partagent cette petite portion du ciel. L'amas dit de la Vierge qui déborde de la constellation éponyme et l'amas de la chevelure ou « amas de la coma ». Ce dernier concentre plus de 1 000 galaxies à une distance moyenne de 320 millions d'années-lumière de nous ! Ses membres les plus massifs et les plus brillants, NGC 4874 et NGC 4889, sont observables dans un télescope de plus de 200 mm (8 pouces).

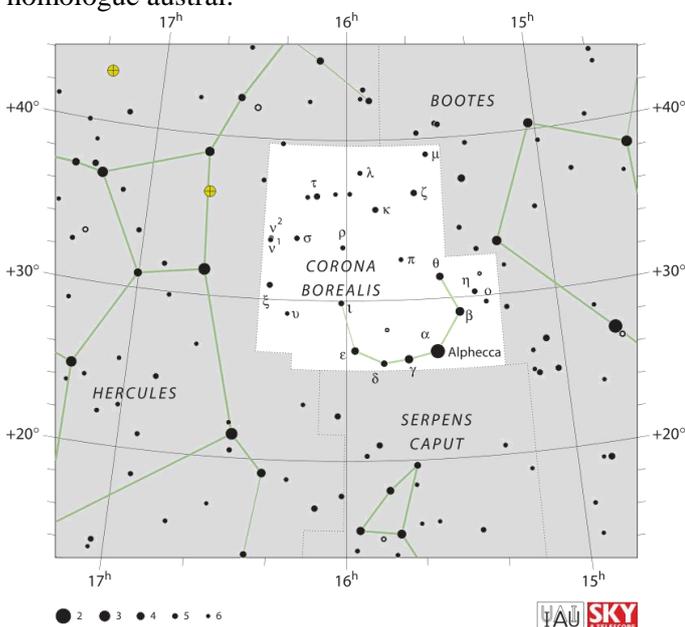


Messier 64 la galaxie l'oeil au beurre au noir ou Messier 64 est l'un des « objets célestes » les plus remarquables et impressionnant. Galaxie de l'Aiguille, NGC 4565 et Messier 100 est une galaxie de plus de 130 000 années-lumière de diamètre, l'une des plus brillantes de l'immense amas de la Vierge. Messier 99, plus délicate à observer dans un instrument amateur, la galaxie montre une forme spirale asymétrique qui a pu être provoquée par une récente collision. A plus de 60 millions d'années-lumière de nous, la galaxie lenticulaire Messier 85 est un autre maillon remarquable de l'amas. Dans son voisinage, on entrevoit la galaxie spirale barrée NGC 4394. Relativement petite et lointaine, elle apparaît comme une tâche en demi-teinte.

C'est en quelque sorte, l'infini qui s'étale entre les cheveux de Bérénice. Un morceau d'univers à parcourir sans modération avec une lunette astronomique ou un télescope.

Constellation de la Couronne Boréale (Corona borealis)

La Couronne boréale est une petite constellation de l'hémisphère nord. Elle est effectivement formée d'étoiles disposées en un arc-de-cercle, l'étoile centrale, Alphecca, étant la plus brillante et formant le diadème. Elle est le pendant septentrional de la Couronne australe. La constellation est faible, mais ramassée, et donne un spectacle plaisant quand les conditions d'observation sont bonnes. La couronne boréale se repère assez facilement (quand elle est visible) entre Véga et Arcturus, et dans le prolongement du "manche de la casserole" que forme la Grande Ourse. Sa forme en couronne est assez nette, contrairement à celle de son homologue austral.



Cette constellation abrite les grandes structures de l'univers : les amas de galaxies.

NGC 5958 : galaxie spirale, magnitude 12,7 avec un noyau de galaxie actif de type Hubble SABc. Distance 95 millions d'a-l et diamètre 30 000 a-l. Découvert le 11/04/1785 par Wilhelm Herschel.

Abell 2065 : amas de galaxies très concentré et contenant plus de 400 galaxies membres, dont les plus brillantes sont de magnitude 16. Le groupe est à plus d'un milliard d'a-l.

Abell 2067 : amas de galaxies. À plus grande échelle, Abell 2067, avec Abell 2061 , Abell 2065 , Abell 2079 , Abell 2089 et Abell 2092 , constitue le superamas de la Corona Borealis. Abell 2061 se situe à 1,8 mégaparsec au sud de celui-ci et les deux sont probablement en interaction.

Abell 2124 : Abell 2124 se situe à 110 millions d'a-l du centre du superamas et a été considéré comme faisant partie du groupe par certains auteurs. On a découvert des arcs autour de la galaxie au centre de l'amas.

Constellation des Chiens de Chasse (Canes Venatici)

Les Chiens de chasse sont une petite constellation boréale sans étoile particulièrement brillante. Cette constellation a été introduite par Johannes Hevelius en 1687 pour combler un vide à l'ouest de la Grande Ourse. D'après lui, il s'agit des chiens du Bouvier. Située « sous le nez » de la Grande Ourse, la constellation est réduite à deux étoiles de magnitude inférieure à 4,5 et n'a rien de très spectaculaire à l'œil nu. Cor Caroli (α CVn) est facilement identifiable, c'est l'étoile brillante ($V = 3$) isolée située à 15° plein sud du « manche » de la Grande casserole. On repère assez facilement ($V = 4$) β CVn située à $\sim 5^\circ$ au NO de α CVn.

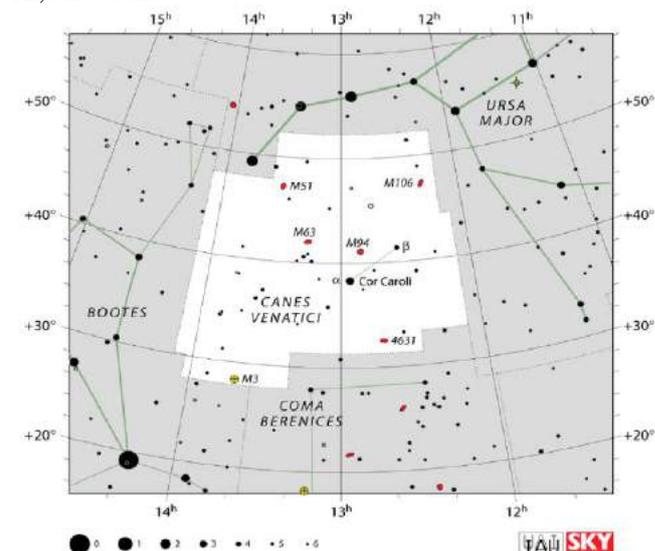
Les principaux objets à admirer sont :

Cor Caroli (Le Cœur de Charles) α CVn : étoile double, mag 2,8 & 5,5, sep 19,3" d'arc

La Superba γ CVn : étoile carbonée variable, mag 4,8 > 6,4,

Messier 51 (Whirlpool, le Tourbillon) : galaxie, mag 8,1, dim 11,6'x6,3' d'arc

Messier 63 (le Tournesol) : galaxie, mag 8,5, dim 12,6'x9' d'arc



Messier 106 : galaxie, mag 8,3, dim 18,6'x9' d'arc

Messier 94 : galaxie, mag 8,1, dim 14,4'x12,1' d'arc

Messier 3 : amas globulaire, mag 6,3, dia 18' d'arc

NGC 4449 : galaxie, mag 9,4, dim 6,2'x4,4' d'arc

NGC 4631 : galaxie, mag 9,0, dim 15,2'x2,8' d'arc

NGC 4490 : galaxie, mag 9,5, dim 6,4'x3,2' d'arc

NGC 4214 : galaxie, mag 9,6, dim 8'x6,6' d'arc

NGC 5005 : galaxie, mag 9,8, dim 5,8'x2,9' d'arc

Il y a donc beaucoup d'objets lointains à observer dans cette petite constellation discrète sous la Grande Ourse.

Jacques Rodriguez

Petit dictionnaire de l'astronome

Caldeira : Terme volcanologique, une caldeira est une vaste dépression à fond plat située au sommet de certains

grands volcans. De forme circulaire ou elliptique, la dépression est marquée par une falaise verticale. Le plus grand volcan du système solaire, Olympus Mons sur Mars, possède une caldeira en son sommet.

Canicule : De Canicula (Petite chienne en latin). Période comprise entre le 24 Juillet et le 24 Août, durant laquelle Sirius (la plus brillante étoile de la voûte céleste) se lève et se couche avec le Soleil.

Cassegrain (télescope de) : Système optique utilisant un miroir principal concave parabolique réfléchissant la lumière sur un miroir secondaire hyperbolique convexe renvoyant l'image à travers un trou percé au centre du miroir principal. Il présente l'avantage d'augmenter la distance focale du miroir principal et donc de permettre une plus grande compacité de l'instrument (moindre encombrement par rapport à un télescope du type Newton).

Cassini (division de) : Division principale des anneaux de Saturne, entre l'anneau A et l'anneau B, ou lacune (zone dans laquelle l'absence de matière est encore plus évidente). Saturne a un système d'anneaux complexes et imposants. Découverte et étudiée par Jean-Dominique Cassini (1625-1712) vers le milieu du XVIIe siècle, cette division porte son nom en son honneur.

Catalogue Messier : Créé par l'astronome français Charles Messier en 1774, le catalogue Messier est un recueil astronomique listant les coordonnées et l'aspect de 110 objets du ciel profond, ou objets d'aspect diffus. A l'origine, Charles Messier catalogua ces objets car ils le gênaient dans sa recherche des comètes. Cette démarche fut motivée par l'erreur que fit Messier de confondre M1, la nébuleuse du Crabe, avec la comète de Halley.

Catalogue NGC : Très utilisé dans la dénomination des objets du ciel profond, comme le catalogue Messier, le New General Catalogue dénombre 7840 objets. Ce catalogue a été publié en 1888 par l'astronome danois John Dreyer.

Catena : Mot féminin d'origine latine signifiant « série » ou « chaînes ». Il peut donc s'agir d'une chaîne de cratères d'impact ou d'un alignement de dépressions sans bords surélevés, formées par effondrement du sous-sol ou d'un tube de lave.

Centralité (ligne de) : Lors d'une éclipse de Soleil totale ou annulaire, ligne décrite à la surface de la Terre par la projection des centres du Soleil et de la Lune alignés. Une éclipse totale de Soleil n'est visible dans sa totalité que sur cette ligne et dans une zone d'environ 30 km de part et d'autre. Au-delà, l'éclipse ne sera pour un observateur que partielle.

Centrifuge (force) : Force agissant sur un corps ayant une trajectoire curviligne et tendant à le pousser radialement vers l'extérieur en direction opposée à celle de la force centripète.

Centripète (force) : Force qui doit être exercée sur un corps pour l'obliger à avoir une trajectoire curviligne. La force centripète a une valeur égale et opposée à la force centrifuge. Elle est donc toujours perpendiculaire à la trajectoire et dirigée vers le centre de rotation.

Céphéides : Étoiles variables pulsantes dont la plus emblématique est l'étoile δ (delta) de la constellation de Céphée. Les périodes de pulsation vont de 1 à 70 jours, avec une variation d'éclat comprise entre les magnitudes 0.4 et 1.7.

Chandrasekhar (limite de) : Du nom de l'astrophysicien Indien né en 1910. Limite de masse des étoiles dites naines blanches. Au delà de la masse critique de 1,44 masse solaire, le poids des couches externes n'est plus équilibré par la présence du gaz dégénéré interne. La configuration de cette étoile ne présente plus aucune stabilité et elle peut s'effondrer en étoile à neutrons ou en trou noir.

Champ gravitationnel : Entourant un corps céleste, région sous l'influence de sa force d'attraction. Plus massif est le corps, plus grand et plus puissant est le champ gravitationnel.

Champ magnétique : Région enveloppant un corps dont le champ électrique se modifie. La plupart des étoiles et des planètes produisent un champ magnétique qui affecte les particules chargées qui entrent en contact avec elles.

Chasma : Mot d'origine latine dérivé du grec ancien désignant une vallée à fortes pentes ou un large canyon.

Chevelure d'une comète : Nébulosité, enveloppe brillante de gaz vaporisés entourant le noyau d'une comète. Elle est constituée de gaz très ténu et de particules solides arrachées au noyau par sublimation. Sa luminosité est due à un phénomène de fluorescence.

Chondrite : Météorite pierreuse qui contient moins de 35% de métaux.

Chromosphère : Couche inférieure de l'atmosphère de Soleil, située entre la photosphère et la couronne solaire.

Circumpolaire : Qui est ou qui s'effectue autour d'un pôle. Étoile circumpolaire : étoile voisine de l'un des pôles célestes pour rester toujours au-dessus de l'horizon en un lieu donné.

Classification spectrale : Système de classification des étoiles établie en fonction de leur température, qui est déterminée par l'étude de leur spectre. Il existe 7 catégories principales : O, B, A, F, G, K, M, en partant du bleu (plus chaud) au rouge (plus froid).

Cœlostas : Instrument permettant d'obtenir une image fixe de la sphère céleste.

Coma : Aberration optique qui a pour effet de détruire la symétrie centrale de l'image d'un point qui prend la forme d'un « V ».

A suivre ...

Photographier un filé d'étoiles

Photographier les filés d'étoiles est une façon unique de saisir le ciel nocturne dans une photographie. Un filé d'étoiles se produit lorsque vous photographiez des étoiles sur une longue période, de quelques minutes à quelques heures.

De nombreux photographes utilisent une technique consistant à faire des prises de vue avec des expositions multiples de courte durée et à les empiler en postproduction à l'aide d'Adobe Photoshop ou un autre programme qui vous permettra de juxtaposer plusieurs fichiers en une seule photo. Cette technique leur permet d'obtenir un effet plus spectaculaire sur l'image finale. L'utilisation d'expositions courtes permet également de limiter l'apparition de bruit susceptible de survenir pour une image réalisée à exposition prolongée. Outre la prise de plusieurs images et leur empilage, le fait d'utiliser un ISO aussi bas que possible limitera le bruit dans l'image finale.



Pour simplifier le procédé de réalisation des photos individuelles de quelques minutes, Deborah règle le minuteur d'intervalle de son appareil photo pour prendre des images consécutives. Le minuteur d'intervalle intégré se trouve dans le menu de prise de vue.

Deborah déclare : « *Je superpose les étoiles, car cela me donne un rendu plus souple.* » Elle crée la plupart de ses photographies de filés d'étoiles en utilisant un temps d'exposition de 30 secondes, en faisant un certain nombre de photos sur trois quarts d'heure. Elle empile ensuite ces images qui composent les images à l'aide des statistiques dans Adobe Photoshop.

« *Je combine souvent un premier plan en utilisant le HDR pour le fusionner avec l'image finale* », précise Deborah. « *Cela permet d'éviter de perdre tous les détails dans les lumières et les ombres des zones du premier plan qui ne sont pas dans la silhouette.* »

L'ampleur de l'empilement du filé d'étoiles dépendra du fait que vous passiez quelques minutes seulement à faire des expositions ou toute la nuit. Si vous voulez des cercles étoiles, vous devrez sortir dehors photographier toute la nuit puis empiler les images.

Composition

L'orientation de l'appareil photo vers le ciel nocturne déterminera la forme du filé d'étoiles de votre image finale. Par exemple, si vous centrez votre composition sur l'étoile du Nord (Polaris), vous vous retrouverez avec un filé d'étoiles en cercles concentriques. D'autres compositions peuvent produire des filés d'étoiles arqués. Dans son image de filé d'étoiles photographié à l'Indian

River Lagoon, Deborah a placé l'appareil photo face à l'Ouest pour créer une impression d'étoile filante.

La plupart des photographies de filés d'étoiles sont saisies en utilisant des objectifs grand angle afin que les éléments « terrestres » intéressants de premier plan soient intégrés à la composition. Certains des sujets au premier plan feront des silhouettes idéales, tandis que d'autres pourraient bénéficier d'un peu d'exposition (naturelle ou artificielle).

Les éléments de premier plan dans une composition peuvent être plus importants que le ciel nocturne dans l'arrière-plan. Diana dit qu'elle réserve généralement les endroits très sombres ou les lieux avec des premiers plans intéressants, comme le parc national de Big Bend ou le parc national des Arches, pour les images de filés d'étoiles.

Il existe plusieurs techniques qui peuvent être utilisées pour éclairer le premier plan d'une image de filé d'étoiles, dont la réalisation d'expositions dans des cadres différents et leur combinaison comme image HDR, la peinture de lumière au premier plan à l'aide d'une lampe de poche ou d'une source de lumière constante similaire, et la peinture avec de la lumière en utilisant un flash. Pour la peinture de lumière flash, vous « poussez » manuellement le bouton du flash Speedlight pour l'allumer, à plusieurs reprises, pour répandre la lumière sur l'ensemble de la zone à éclairer tandis que la vitesse d'obturation de l'appareil photo est réglée sur BULB.

C'est toujours une bonne idée de faire plusieurs expositions, surtout si vous faites de la peinture à la lumière pour remplir la zone de premier plan avec des détails visibles. Il est important que la source lumineuse continue à se déplacer pendant l'exposition pour ne pas créer de tâches lumineuses.

Les OVNI dans vos filés d'étoiles

Parfois, quand vous regardez vos images finales de filés d'étoiles, vous pourriez voir d'autres lumières traverser le ciel dans une direction différente. Ces « OVNI » ne sont que les lumières d'avions, d'hélicoptères ou de satellites.

Conseils pour faire de plus belles photographies de filés d'étoiles

1. Apportez une lampe de poche avec vous pour vous permettre de voir facilement l'appareil photo et de modifier les paramètres pendant la prise de vue nocturne. Si vous prévoyez de photographier le ciel toute la nuit, apportez une chaise pour être confortablement installé.
2. Utilisez une boussole et des cartes du ciel pour vous aider à déterminer où placer l'appareil photo de sorte à obtenir le type de mouvement de filé d'étoiles que vous voulez.
3. Placez l'appareil photo sur un trépied stable, et utilisez un câble de déclenchement pour prendre des photos et éviter de provoquer des vibrations pendant les longues expositions.

4. Intégrez des éléments de premier plan dans votre composition pour une photo plus intéressante.
5. Verrouillez la mise au point.
6. Utilisez un ISO faible pour réduire le bruit au minimum.
7. Utilisez des expositions plus courtes lorsque cela est possible, même si vous réalisez plus d'images à empiler, car cela réduira également le bruit au minimum.
8. Activez la fonction de réduction du bruit en exposition longue.
9. Faites des tests d'exposition pour voir exactement si le nombre f et la vitesse d'obturation (ou durée avec l'appareil photo réglé sur BULB) produiront une image bien exposée. Utilisez l'histogramme de l'appareil photo pour vérifier les expositions.
10. Fermez l'obturateur oculaire pour empêcher la lumière parasite de pénétrer par l'oculaire.
11. Enregistrez vos clichés au format RAW (NEF) pour faciliter les retouches lors de la postproduction.
12. Éteignez l'écran ACL pour économiser la batterie.



Pour voir d'autres photographies de Deborah Sandidge et Diana Robinson consultez leur site Web : www.deborahsandidge.com. www.dianarobinsonphotography.com.

Astrométrie : Ephémérides astronomiques 2019

Mai :

- 04/05/2019 23:45 NOUVELLE LUNE**
 06/05/2019 10:05 Pluie d'étoiles filantes : Éta Aquarides (55 météores/heure au zénith; durée = 38,0 jours)
 07/05/2019 00:33 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
 08/05/2019 16:33 Rapprochement entre Mercure et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 1,3°)
 09/05/2019 00:18 Pluie d'étoiles filantes : Éta Lyrides (3 météores/heure au zénith; durée = 11,0 jours)
 21:22 Minimum de l'étoile variable Algol (Persée)

- 22:34 Début de l'occultation de 63 Gem (magn. = 5,24)
 23:20 Fin de l'occultation de 63 Gem (magn. = 5,24)
12/05/2019 02:12 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE
 12/05/2019 10:37 Opposition de l'astéroïde 8 Flora avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,531 UA; magn. = 9,7)
 13/05/2019 22:53 Lune au périgée (distance géoc. = 369009 km)
 15/05/2019 00:50 Opposition de l'astéroïde 11 Parthenope avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,415 UA; magn. = 9,5)
 23:41 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
 18/05/2019 17:35 Rapprochement entre Vénus et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 1,1°)
18/05/2019 22:11 PLEINE LUNE
 19/05/2019 16:23 Rapprochement entre Mars et M 35 (dist. topocentrique centre à centre = 0,2°)
 20/05/2019 15:13 Opposition de l'astéroïde 20 Massalia avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,629 UA; magn. = 9,7)
 21/05/2019 14:06 CONJONCTION SUPÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 0,3°)
 22/05/2019 00:49 Rapprochement entre la Lune et M 22 (dist. topocentrique centre à centre = 0,8°)
 23/05/2019 00:34 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle
 24/05/2019 08:00 Mercure à son périhélie (distance au Soleil = 0,30750 UA)
 26/05/2019 14:27 Lune à l'apogée (distance géoc. = 404138 km)
26/05/2019 17:34 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE
 27/05/2019 02:16 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
 17:29 Opposition de l'astéroïde 32 Pomona avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,431 UA; magn. = 10,5)
 28/05/2019 23:58 Transits multiples sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite.
 29/05/2019 23:05 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
 30/05/2019 04:47 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle
 13:13 Opposition de l'astéroïde 1 Ceres avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,768 UA; magn. = 7,0)

Juin :

- 03/06/2019 11:02 NOUVELLE LUNE**
 05/06/2019 01:33 Transits multiples sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites.
 01:41 Transits multiples sur Jupiter : deux satellites et deux ombres de satellites.
 06/06/2019 02:29 Rapprochement entre Mercure et M 35 (dist. topocentrique centre à centre = 1,2°)
 08/06/2019 00:21 Lune au périgée (distance géoc. = 368504 km)
 23:32 Rapprochement entre la Lune et Régulus (dist. topocentrique centre à centre = 2,2°)

10/06/2019 06:59 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

16:29 OPPOSITION de Jupiter avec le Soleil
12/06/2019 13:55 Opposition de l'astéroïde 410 Chloris avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,089 UA; magn. = 10,4)
16/06/2019 03:58 Minimum de l'étoile variable Algol (Persée)
17/06/2019 04:25 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
05:46 Rapprochement entre Vénus et Aldébaran (dist. topocentrique centre à centre = 4,7°)

17/06/2019 09:31 PLEINE LUNE

18/06/2019 17:59 Rapprochement entre Mercure et Mars (dist. topocentrique centre à centre = 0,2°)
19/06/2019 00:47 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
20/06/2019 05:46 Rapprochement entre Mercure et Pollux (dist. topocentrique centre à centre = 5,5°)

21/06/2019 16:54 SOLSTICE D'ÉTÉ

21/06/2019 18:04 Rapprochement entre Mars et Pollux (dist. topocentrique centre à centre = 5,5°)
21:35 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
23/06/2019 08:50 Lune à l'apogée (distance géoc. = 404548 km)
24/06/2019 00:00 PLUS GRANDE ÉLONGATION EST de Mercure (25,1°)

25/06/2019 02:01 Fin de l'occultation de 33 Psc (magn. = 4,61)

10:46 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

26/06/2019 02:41 Début de l'occultation de 20 Cet (magn. = 4,78)
03:24 Fin de l'occultation de 20 Cet (magn. = 4,78)
27/06/2019 17:53 Pluie d'étoiles filantes : Bootides de juin (durée = 11,0 jours)
21:42 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle
21:59 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
28/06/2019 04:05 Début de l'occultation de 73-xi2 Cet (magn. = 4,30)

Source : I.M.C.C.E.

Les conférences du CIS

Le CIS organise un cycle de conférences avec des scientifiques. Les conférences se tiennent en principe le deuxième lundi de chaque mois. Exceptionnellement, certaines contraintes pourront nous amener à modifier la date, le jour ou l'heure. Vous pouvez consulter le répondeur du club (01 48 93 54 66) pour avoir les modifications de dernière minute !

La prochaine conférence scientifique est prévue le 13 mai 2019 à 19h30 avec pour sujet : « La structure à grande échelle de l'Univers » par Marguerite PIERRE, Astrophysicienne CEA Saclay.

Résumé : Avec les nouveaux grands instruments, il est maintenant possible de sonder des volumes considérables de l'univers profond et donc, jeune. Cette opportunité est particulièrement importante pour l'étude de l'évolution de la structure de l'univers, telle qu'elle nous est révélée par la distribution de la matière à grande échelle. En effet, le taux d'évolution de la structure est directement relié à la nature de la matière noire et aux paramètres cosmologiques, tels la densité moyenne de l'univers, la constante cosmologique, la forme du spectre initial des fluctuations de densité. Il est donc fondamental de pouvoir mesurer quantitativement cette évolution.

Le sujet de la conférence du 17 juin 2019 à 19h30 : « Sursauts gamma, coalescence d'objets compacts » par Frédéric DAIGNE, Institut d'Astrophysique de Paris

Résumé : La coalescence de deux étoiles à neutrons est suivie par une émission lumineuse dans le domaine gamma (c'est un sursaut gamma), mais aussi dans le domaine visible. Ce serait une des origines des sursauts gamma courts. Cela proviendrait d'un élément compact moins lumineux qu'une supernova. Mais d'où viennent les objets compacts (trous noirs et étoiles à neutrons) ?

**Les conférences ont lieu à l'adresse suivante :
Télécom Paris Tech 46, rue Barrault 75013 Paris
Amphithéâtre B310**



CIS - Club d'Information Scientifique de La Poste et d'Orange
68 avenue Général De Gaulle 94700 MAISONS ALFORT Tél. : 01 48 93 54 66 (répondeur 24 h/24)
Internet - <http://www.astrosurf.com/cis> - Courriel : cis-ftlp@wanadoo.fr
Internet La Poste : www.portail-malin.com

"Le Regard de l'Astronome" - Bulletin trimestriel édité par le CIS

Directeur de la publication : Jean-Louis Labaye

Rédaction et mise en page : Jacques Rodriguez. **Comité de lecture :** Jean-Louis Labaye, Joël Oudard, Gilles Gozlan.

Ont collaboré à ce numéro : Jacques Rodriguez, Mireille Daumas

Tous les articles qui nous seront proposés à la publication, seront soumis à l'approbation de l'équipe rédactionnelle et au comité de lecture. En cas de litige, la voix du directeur de la publication reste prépondérante.